2008:118 CIV

EXAMENSARBETE

# Växelrevision

## - alternativa metoder vid underhåll av spårväxlar



Gabriella Wickström

**CIVILINGENJÖRSPROGRAMMET**
**Ergonomisk design och produktion**

Luleå tekniska universitet
Institutionen för Arbetsvetenskap
Avdelningen för Industriell Produktionsmiljö

2008:118 CIV • ISSN: 1402 - 1617 • ISRN: LTU - EX - - 08/118 - - SE

# Växelrevision

- Alternativa metoder vid underhåll av spårväxlar



Gabriella Wickström

# Förord

Arbetet utförs i samarbete med Balfour Beatty Rail och MTAB hösten 2007. Det är ett avslutande moment på Civilingenjörsprogrammet Ergonomisk Design och Produktion, med inriktning mot Industriell Produktion vid Luleå tekniska universitet. Arbetet omfattar 30 högskolepoäng.

Ett stort tack till min handledare vid universitetet, Magnus Stenberg på instutitionen arbetsvetenskap för vägledning och support under projektets gång.

Speciellt tack till min kontaktperson på Balfour Beatty, Peder Larsson som tagit sig tid att svara på alla frågor jag haft. Samt för den vägledning och hjälp med framtagning av data jag fått. Tack även till växelrevisionslaget som har visat mig arbetsgången vid underhåll av spårväxlar.

Tack till Björn Åström och Jan Hjort på MTAB som tagit sig tid att hjälpa mig vidare i arbetet, med framtagning av data och förslag på vidare arbete.

Boden 2008-01-27

*Gabriella Wickström*

# Abstract

The aim of the project has been to study if it's profitable to execute maintenance of switches in different ways than today. The project is a commission from Balfour Beatty Rail and MTAB. Focus has been the economy and the working environment.

The railways will, in the future be exposed to larger axle loads and shorter times of revolution. The abrasion of the switches will increase. The time of revolution will be shorter and so the time for the maintenance of the switches. Today it's hard enough to revise the switches. In the future it will be even more difficult to get times for revision, simultaneous as the abrasion will be more. Todays method will be intolerable.

# Sammanfattning

Projektet har inneburit att på uppdrag av Balfour Beatty och MTAB studera om det är lönsamt att utföra underhåll av spårväxlar på andra sätt än idag. Den största fokusen har lagts på ekonomi och arbetsmiljö.

I framtiden kommer tågtrafiken att köra med ökade axeltonslaster och kortare omloppstider vilket innebär att kapaciteten på järnvägarna måste höjas. Spårväxlarna kommer att utsättas för ökat slitage. Omloppstiderna för tågen kommer att minska och då kommer även tiden för underhållet av spårväxlarna att minska. Som det ser ut idag är det nog svårt att få tider för att utföra växelrevisionen. Om det i framtiden kommer att bli ännu svårare att få revisionstider samtidigt som slitaget kommer att öka leder det till att dagens underhållsmetoder blir ohållbara.

Projektets huvudsakliga mål har varit att upprätta en ekonomisk kalkyl för hur det ser ut idag och för hur det skulle kunna se ut i framtiden. Resultatet ska utgöra en bra grund för företaget till vidare utveckling av spårväxelunderhåll.

Projektet har hela tiden följt ett cykliskt arbetssätt. Varje steg har bearbetats flera gånger och utvecklats med att kunskaper, erfarenheter, synpunkter och krav uppkommit. Arbetsmiljön har dokumenterats noga med besök vid arbetsplatsen samt vid samtal med personalen. Analysen har visat att ergonomin för personalen behöver förbättras avsevärt. Slitaget över spårväxlarna har analyserats med hjälp av tillgängliga besiktningsprotokoll. Ett samband över vilka komponenter som slits har kunnat ses. Kartläggningen och analysen av ekonomin för underhållet av spårväxlar visar att brister i kommunikationen mellan personalen som utför växelrevision och driftledningen i Boden leder till ökade arbetskostnader. Om en planering av arbetet kan upprättas i förväg och en bättre kommunikation mellan parterna kan skapas skulle väntetiden minska och den effektiva arbetstiden öka.

Tre olika lösningsalternativ arbetades fram under projektets gång efter diskussioner med berörda parter samt efter egna observationer. Alternativ A som innebär att underhållet av komponenterna i en spårväxel sker i en verkstad visade sig vara det mest ekonomiska alternativet och även bra ur arbetsmiljösynpunkt. Utbytet skulle fungera så att det finns ett lager med reservdelar för de komponenter i spårväxeln som utsätts för störst slitage. Komponenten som är sliten kapas bort från växeln och en ny eller nyrenoverad läggs i.

För MTAB är det i första hand viktigt att upprätta någon form av datasystem där besiktningsrapporter och underhållåtgärder kan redovisas på ett lättöverskådligt sätt.

För Balfour Beatty är det i första hand viktigt att lösa kommunikationsproblemen med driftledningen i Boden. Genom att upprätta en planering för hur underhållet ska utföras och ansöka om tillgång till rälsen innan skiftet börjar kommer väntetider att minska och den effektiva arbetstiden att öka. Detta kommer troligen att leda till minskade arbetskostnader för företaget.

# Ordlista

| | |
|---|---|
| **Växelrevision** | Justering av slitna komponenter och byte av komponenter som inte kan repareras på plats. Omfattar påsvetsning, rälsslipning, neutralisering, skarvreglering, skarvriktning, skarvsvetsning, isolerskarvning, spårviddsjustering, befästningsjustering, understoppning, byte av tunganordning, stödräl, mellanräl, korsningsspets och moträl. |
| **Växelbyte** | Byte av växeln med komponenterna räl, sliper och befästning. Omfattar byggnad av ny växel, demontering av befintlig växel och inläggning av växel. |
| **Spårriktning** | Inmätning och lägesjustering av spåret. |
| **Räl** | Rälen ska bilda en jämn, stabil och slitstark farbana för det spårgående fordonet samt överföra belastningen till sliprarna. |
| **Moträl** | Moträlens uppgift är att leda fordonshjulen när dessa passerar korsningens styrningslösa sträcka som ligger mellan ving- och spetsrälen i korsningens mittparti. |
| **UIC** | Internationellt samarbetsorgan för järnvägstrafik. Medlemmar är förvaltare, entreprenörer och operatörer i hela världen. |
| **TKK** | Tungkontrollkontakt - används för att kontrollera att växeln ligger i rätt läge. |

# Innehållsförteckning

***Inledning*** ***1***
**1.1 Bakgrund** **1**
**1.2 Balfour Beatty Rail** **1**
**1.3 Syfte** **2**
**1.4 Mål** **2**
**1.5 Avgränsningar** **2**
***2 Metod och genomförande*** ***3***
**2.1 Tidsplanering** **3**
**2.2 Kartläggning av nuläge och framtid** **4**
2.2.1 Fältstudier 4
2.2.2 Datainsamling 4
2.2.3 Litteraturstudier och informationssökning 4
**2.3 Framtagning av kravspecifikation** **4**
**2.4 Lösningsarbete** **5**
**2.5 Avrapportering** **5**
***3 Teori*** ***6***
**3.1 Arbetsmiljö** **6**
3.1.1 Systematiskt arbetsmiljöarbete 6
3.1.2 Ergonomi 7
**3.2 Arbetsmiljö och ekonomi** **11**
***4 Teknisk beskrivning*** ***14***
**4.1 Spårväxelkomponenter** **14**
**4.2 Spårväxeltyper** **14**
***5 Spårväxelunderhåll*** ***16***
***6 Besiktning*** ***16***
***7 Nulägesbeskrivning och - analys*** ***20***
**7.1 Aktuella spårväxlar** **20**
**7.2 Slitage** **20**
7.2.1 Boden södra växel 1 20
7.2.2 Gammelstad växel 17 22
7.2.3 Boden bangård växel 690 23
7.2.4 Vitåfors växel 8 25
7.2.5 Samband mellan växlarna 26
7.2.6 Slitage av växel N16 28
7.2.7 Slutsats 30
**7.3 Arbetsbeskrivning** **30**

7.3.1 Påsvetsning av korsningar ..... 30
7.3.2 Reparation av tungor ..... 31
7.3.3 Övriga reparationer ..... 31
7.3.4 Utbyte av komponenter ..... 31
**7.4 Arbetsmiljö ..... 31**
7.4.1 Fysisk arbetsmiljö ..... 32
7.4.2 Psykosocial arbetsmiljö ..... 33
7.4.3 Slutsats ..... 33
**7.5 Ekonomi ..... 34**
7.5.1 MTAB, Vitåfors ..... 34
7.5.2 Banverket ..... 34
7.5.3 Arbetskostnader i tid ..... 36
7.5.4 Slutsats ..... 37
***8 Framtidsbeskrivning och - analys ..... 38***
***9 Kravspecifikation ..... 39***
***10 Lösningsförslag ..... 41***
**10.1 Analys av slitage ..... 41**
**10.2 Verkstad för underhåll (Alternativ A) ..... 41**
10.2.1 Arbetsmiljö ..... 42
10.2.2 Ekonomi ..... 42
**10.3 Maskin som utför bytet av komponenter (Alternativ B) ..... 43**
10.3.1 Arbetsmiljö ..... 43
10.3.2 Ekonomi ..... 43
**10.4 Maskin som utför allt spårväxelunderhåll (Alternativ C) ..... 43**
10.4.1 Arbetsmiljö ..... 44
10.4.2 Ekonomi ..... 44
**10.5 Värderingsschema ..... 45**
**10.6 Ekonomiskt perspektiv ..... 45**
**10.7 Slutsats ..... 46**
***11 Diskussion ..... 47***
**11.1 Metod ..... 47**
**11.2 Resultat ..... 47**
**11.3 Projektutvärdering ..... 48**
***12 Rekommendation ..... 49***
***Referenser ..... 50***

# Förteckning över bilagor

1 Växel 1 Säkerhetsbesiktning
1 Växel 1 Underhållsbesiktning
2 Växel 17 Säkerhetsbesiktning
3 Växel 690 Säkerhetsbesiktning
3 Växel 690 Underhållsbesiktning
4 Växel 8 Säkerhetsbesiktning
4 Växel 8 Underhållsbesiktning
5 Växel N16 Säkerhetsbesiktning
5 Växel N16 Underhållsbesiktning
6 Undersökning av arbetsmiljön

# Inledning

*I detta kapitel introduceras grundläggande information rörande uppgiften. Bakgrunden, en kort beskrivning av företaget samt uppgiftens syfte, mål och avgränsningar presenteras.*

## 1.1 Bakgrund

LKAB har som mål att utveckla världens mest effektiva malmbana. Detta ska frambringas genom en effektivare hantering av terminalerna samt en ökad kapacitet av järnvägstransporterna. Investeringar i nya lok och vagnar kommer att kräva färre enheter för transporterna och tågen kommer att kunna hålla en högre medelhastighet. I dag är lok och vagnar anpassade till 25 tons axellast men de nya kommer att vara anpassade för 30 tons axellast. Detta kommer att leda till vinster i både tid och pengar. En ökning av mängden produkter per vagn från 80 ton till 100 ton och en volymökning per tågsätt från 4000 till 7000 ton kommer att medföra lägre energiförbrukning och en sänkning av fraktkostnaderna. Volymökningen innebär att varje tågsätt kommer att öka från 52 till 68 vagnar (LKAB, 2007-11-30).

När tågen börjar köra med tyngre laster kommer det leda till att spår och spårväxlar slits fortare. I dagsläget sker inte spårväxelrevision efter någon planering. En besiktning av spårväxlarna utförs några gånger per år och i besiktningsprotokollet står det vilka komponenter i växeln som behöver revideras och när det ska vara uträttat. Revisionen sker idag direkt i spåret.

MTAB, (dotterbolag till LKAB), som ansvarar för LKAB:s spåranläggningar är i samarbete med Balfour Beatty Rail intresserad av att få veta om det är ekonomiskt lönsamt att bedriva underhåll av spårväxlar på andra sätt än idag. För att komma fram till detta krävs en kartläggning över slitaget av olika spårväxlar i olika trafik, kalkyl av kostnader och granskning av arbetsmiljön för spårsvetsare. Om mer fördelaktiga alternativ finns kan det i framtiden bli aktuellt att bedriva underhåll av spårväxlar på mer kostnadseffektiva och mer arbetsmiljömässigt gynnsamma sätt än idag.




**Bild 1** *Järnvägsnätet i Sverige (Banverkets intranät 2007-12-11)*

## 1.2 Balfour Beatty Rail

Balfour Beatty Rail är det största privatägda företaget som tillsammans med Banverket och ett antal mindre privatägda företag ansvarar för järnvägsnätet i Sverige, bild 1. Företaget är internationellt med ca 5500 medarbetare och ingår i koncernen Balfour Beatty. Den största

marknaden finns i Norden och de baltiska staterna men företaget har även projekt i Malaysia, Turkiet och Korea. Balfour Beatty Rail AB, koncernens svenska bolag är placerat i Västerås.

Företaget är en av de ledande leverantörerna i Norden inom områdena *Kraftförsörjning* av järnväg, *Järnvägsentreprenad* (spårläggning, kontaktledning, underhåll) och *Signal- och telekommunikation*.

Säkerhet, miljö, arbetsmiljö och kvalitet är av största vikt för företaget.

En viktig del i verksamheten är underhåll av järnvägens anläggningar och målsättningen är ett komplett serviceåtagande som sträcker sig över hela järnvägsanläggningens livslängd.

Balfour Beatty grundades i Storbritannien 1909 av ingenjören George Balfour och ekonomen Andrew Beatty. Deras verksamhet ägnade sig åt att bygga elektrifierade spårvagnssystem och första stora projektet utanför hemlandet var i Kenya. År 2000 fick företaget en världsledande position då Adtranz affärssegment Fixed Installation förvärvades. Detta ledde till Balfour Beatty Rail AB (Balfour Beatty Rail AB, 2007-10-11).

## *1.3 Syfte*

Syftet med examensarbetet är att:

- Kartlägga hur slitaget av spårväxlar ser ut i dagsläget samt att undersöka om det finns samband för slitaget mellan växlar i olika trafik.
- Studera vilka kostnader som uppkommer vid underhåll av spårväxlar.
- Undersöka hur arbetsmiljön för spårsvetsare ser ut idag.

## *1.4 Mål*

Målen med examensarbetet är att:

- Upprätta en kalkyl för hur det ser ut idag gällande arbetsmiljön vid växelrevision.
- Se om det är ekonomiskt lönsamt att utföra växelrevision på andra sätt än med dagens metoder.
- Resultatet av arbetet ska utgöra en bra grund för företaget till vidare utveckling av spårväxelunderhåll.

## *1.5 Avgränsningar*

- Arbetets längd är begränsat till 20 veckor.
- Eftersom projektet är tidsbegränsat ges inte utrymme att studera mer än fyra spårväxlar. Dessa växlar utsätts för olika axeltonslaster och hastigheter och är speciellt utvalda för att täcka in de flesta spårväxlar som ligger i järnvägsnätet.

    - en växel i Vitåfors (Malmberget)
    - en växel i Boden bangård
    - en växel i Gammelstad
    - en växel vid Boden Södra

# 2 Metod och genomförande

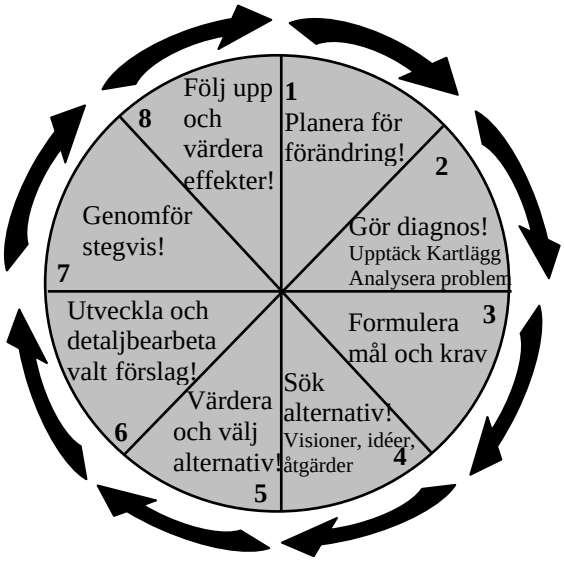
*För att på ett enkelt sätt kunna förstå hur projektet är genomfört beskrivs här vilka olika metoder som har använts under arbetets gång.*

## 2.1 Tidsplanering

Arbetet följer en projektspiral där varje steg bearbetas upprepade gånger. Den kan liknas vid en spiral som hela tiden växer med att kunskaper, erfarenheter, synpunkter och krav tillförs från alla medverkande. Grundmodellen för detta arbetssätt är en projektcirkel med åtta olika steg, figur 1.

I första steget *”planera för förändring”* är det viktigt att noggrant fundera igenom motiv och mål för projektet, hur projektet ska organiseras samt tid- och resursplaner. Steg två *”gör en diagnos av nuläget”* behandlar de positiva och de negativa erfarenheterna av den befintliga anläggningen. Att skapa sig en god bild över situationen är oerhört viktigt när problemen i projektet ska lösas. I steg tre *”specificera krav”* innebär att formulera grunden till vad som ska uppnås i lösningsförslagen, utan att ta fram färdiga mål och lösningar. Kraven ska stämma med de övergripande mål för projektet som formulerades i steg ett. Om möjligt ska kraven formuleras så att det finns frihet att välja olika lösningar. I steg fyra och fem *”värdera och välj alternativ”* finns ofta ett flertal olika lösningar på utformningsproblem och det är därför viktigt att ta fram flera olika lösningsförslag. Det är också viktigt att värdera alternativen systematiskt för att hitta för- och nackdelar. Steg sex *”utveckla och detaljbearbeta valt förslag”* behöver ofta bearbetas ytterligare innan de kan läggas till grund för beslut om eventuell fortsatt projektering (Ranhagen, 1995).

Detta projekt är en förundersökning som ska ligga till grund för vidare utveckling av spårunderhåll och följer därför de fem första stegen i cirkeln.




**Figur 1** *Projektcirkel som visar de olika arbetsstegen (Ranhagen, 1995).*

## *2.2 Kartläggning av nuläge och framtid*

En djupgående kartläggning av nuläget och framtiden har genomförts för att kunna skapa en tillförlitlig bild av hur det ser ut idag. Kartläggningen ska sedan utgöra en grund till eventuellt fortsatt arbete för att skapa en mer ekonomisk och arbetsmiljömässigt bättre metod vid spårväxelunderhåll. Informationen har samlats in på flera olika sätt. Bland annat har två besök gjorts ute i spåret vid pågående arbete. Samtal med personal både på kontor och ute i spåret samt litteraturstudier har under projektets gång gjorts löpande.

### 2.2.1 Fältstudier

Projektet började med besök ute i spåret för att få en tydlig bild av hur en spårväxel är uppbyggd samt hur spårsvetsarnas arbetssituation ser ut. Vid första besöket studerades arbetet endast på avstånd. Vid andra besöket utfördes mer ingående observationer. Arbetsgången dokumenterades med hjälp av kamera och en diskussion genomfördes med personalen om hur de upplever arbetet idag.

### 2.2.2 Datainsamling

Efter att antalet växlar och vilka som skulle undersökas hade bestämts utfördes en datainsamling över dessa. All information över växlarna i Bodenområdet finns dokumenterade i Banverkets datasystem Bessy (datasystem för underhålls- och säkerhetsbesiktning). Data över den fjärde växeln i Vitåfors finns att hitta hos LKAB.

Intervjuer har under projektets gång utförts löpande både med personal som sitter på kontoret och personal som arbetar ute i spåret. Ibland har en uppgift undersökts från flera olika håll för att få en så sanningsenlig bild som möjligt.

Två besök har utförts på MTAB i Kiruna. Vid första besöket arbetades en projektplan fram tillsammans med Björn Åström (chef terminaler) och Peder Larsson (Balfour Beatty). Vid andra besöket utfördes en halvtidsredovisning där Jan Hjort (ansvarig för underhållet av spårväxlar på LKAB-området) och Björn Åström medverkade. Vidare arbete diskuterades och en insamling av ekonomiska data utfördes.

### 2.2.3 Litteraturstudier och informationssökning

Internets sökmotor Google har används flitigt under arbetets gång för att söka fram material. Handböcker från banverket har varit till stor hjälp för att skapa sig en bild om hur spårväxeln är uppbyggd samt hur underhålls- och säkerhetsbesiktningar utförs.

Även projektrapporter från tidigare studier om spårväxlar har varit till stor hjälp för att kunna sätta sig in i arbetet på ett bra sätt.

## *2.3 Framtagning av kravspecifikation*

Kravspecifikationen är i grunden baserad på nuläges- och framtidsbeskrivningen samt teoriavsnittet. Samtal med berörda parter på Balfour Beatty och MTAB samt egna observationer har lett fram till de aktuella kraven. De ska sedan ligga till grund för de lösningsförslag som är presenterade i resultatdelen. Krav rörande kapacitet, fysisk och psykisk arbetsmiljö och ekonomi har satts upp.

## *2.4 Lösningsarbete*

Lösningsarbetet startade med framtagning av tre olika lösningsalternativ som uppkom under projektets gång. Lösningsförslagen har arbetats fram dels genom diskussioner med berörda parter på Balfour Beatty och MTAB samt genom egna reflektioner. Efter bearbetningen av lösningsalternativen, upprättades en värderingsmatris med värderingsfaktorer som hämtades från kravspecifikationen. Matrisen omfattar endast kapacitet och arbetsmiljö, ekonomin har utvärderats som ett eget avsnitt utanför värderingsmatrisen. Den ekonomiska värderingen samt värderingsmatrisen har lett fram till ett bästa lösningsalternativ i dagsläget.

## *2.5 Avrapportering*

Avrapportering till handledare har gjorts kontinuerligt under arbetets gång. En halvtidsredovisning för berörda på MTAB genomfördes på begäran.

Som avslutning på examensarbetet har en muntlig redovisning gjorts för berörda på Balfour Beatty och MTAB. Vid dessa redovisningar presenterades lösningsarbetet och de olika lösningsförslag som framtagits. På universitetet gjordes en muntlig redovisning där fokuseringen mer låg på hur projektet var genomfört och vilka lösningar som tagits fram.

Projektet har resulterat i en rapport där metoder och genomförande tillsammans med nulägesbeskrivning och lösningsarbete presenteras.

# *3 Teori*

*Avsnittet behandlar de olika teorier som står till grund för kommande analyser och lösningsarbete. Syftet är att ge läsaren ökad förståelse för blivande lösningsförslag och rekommendationer. I huvudsak behandlas teorier rörande arbetsmiljö samt arbetsmiljö och ekonomi.*

Under projektets gång framkommer det att störst fokus ligger på arbetsmiljöförbättringar. Om en förbättring av arbetsmiljön utförs kommer det förmodligen att leda till ökad produktivitet och det i sin tur till bättre ekonomiska förhållanden.

## *3.1 Arbetsmiljö*

Det är främst arbetsgivarens ansvar att fördela de olika arbetsmiljöuppgifterna och genomföra ett systematiskt arbetsmiljöarbete på arbetsplatsen. Arbetsgivaren ska se till att de personer som har ansvar för en arbetsuppgift har tillräckliga befogenheter, resurser och kunskaper för att kunna leva upp till sitt ansvar. Särskilt riskfyllda uppgifter kan kräva speciellt anpassad utbildning och träning. Arbetsgivaren ska ordna och utforma arbetsmiljön så att risker för hälsofarliga och onödigt tröttande belastningar förebyggs (Arbetsmiljöverket, 2007-11-30).

Arbetsgivaren ska också se till att det finns en organiserad verksamhet för arbetsanpassning och rehabilitering på arbetet (AML 3 kap 2a§).

### 3.1.1 Systematiskt arbetsmiljöarbete

Systematiskt arbetsmiljöarbete, SAM, innebär att arbetsgivaren har ansvar att undersöka, genomföra och följa upp verksamheten på ett sätt så att ohälsa och olycksfall i arbetet förebyggs och en tillfredsställande arbetsmiljö uppnås (AFS 2001:1).

- Det systematiska arbetsmiljöarbetet ska ingå som en naturlig del i den dagliga verksamheten. Det ska omfatta alla fysiska, psykosociala och sociala förhållanden som har betydelse för arbetsmiljön.

- Arbetsgivaren ska ge arbetstagaren och skyddsombuden möjlighet att medverka i det systematiska arbetsmiljöarbetet.

- Det ska finnas en arbetsmiljöpolicy som beskriver hur arbetsförhållandena i verksamheten ska vara för att ohälsa och olycksfall i arbetet ska förebyggas och en tillfredsställande arbetsmiljö uppnås. Det ska finnas rutiner som beskriver hur det systematiska arbetsmiljöarbetet ska gå till. Arbetsmiljöpolicyn ska dokumenteras skriftligt om det finns minst tio arbetstagare i verksamheten.

Före en arbetsmiljöpolicy upprättas ska arbetsförhållandena utredas noggrant. SAM-cirkeln visar hur detta kan genomföras, se bild 2. Första steget är att utföra en undersökning av arbetsförhållandena för att upptäckta eventuella faror på arbetsplatsen. Efter det ska en riskbedömning ske för att upptäcka de risker som kan leda till ohälsa och olycksfall. Steg tre i arbetsmiljöarbetet är att åtgärda de risker som framkommit. För de faror som inte kan åtgärdas direkt ska en handlingsplan skrivas ned. Efter att dessa steg är gjorda gäller det att kontrollera de genomförda åtgärderna för att se om de behöver kompletteras med ytterligare insatser (SAM, AFS 2 001:1).




**Bild 2** *SAM-cirkeln visar hur ett fungerande arbetsmiljöarbete ska genomföras, (SAM, AFS 2001:1).*

### 3.1.2 Ergonomi

Ergonomi är samspelet mellan människan och den fysiska, psykiska och sociala arbetsmiljön. Den omfattar både tekniska och organisatoriska faktorer som inverkar på arbetets utformning. Det är viktigt att det finns möjlighet att påverka arbetets tekniska och organisatoriska utformning utifrån människans behov och förutsättningar (Arbetsmiljöverket). Med belastningsergonomi menas arbetsställningar, arbetsrörelser, fysisk belastning och andra förhållanden som direkt eller indirekt påverkar hälsan i rörelseorganen ( senor, muskler, skelett, brosk, ledband samt vissa nerver), (AFS 1998:1).

Arbetsgivaren ska på ett så bra sätt som möjligt ordna och utforma arbete och arbetsplatser så att arbetstagarna kan använda kroppen i lämpliga arbetsställningar och arbetsrörelser. Långvarigt eller ofta återkommande arbete med böjd eller vriden bål liksom med händerna över axelhöjd eller under knähöjd ska undvikas. Detta gäller även för arbete som innebär kraftutövning i dåliga arbetsställningar, (AFS 1998:1).

**Ensidigt upprepat arbete**
Om man utför en eller några få arbetsuppgifter med liknande rörelser om och om igen benämns det ensidigt upprepat arbete. Ofta har man ett högt tempo eller en kort arbetscykel. Modellen för identifiering och bedömning av ensidigt upprepat arbete kan vara ett stöd vid en bedömning, tabell 1. Det är viktigt att väga in den *totala tiden* arbetet utförs och *hur det är fördelat* över dagen i den slutliga bedömningen (AFS 1998:1).

| | Rött | Gult | Grönt |
|---|---|---|---|
| Arbetscykel | **Arbetscykeln upprepas flera gånger i minuten under minst halva arbetsskiftet.** | **Arbetscykeln upprepas flera gånger i minuten under minst en timme av arbetsskiftet *eller* många gånger i timmen under minst halva arbetsskiftet.** | **Arbetscykeln upprepas några gånger i timmen.** |
| Arbetsställningar och rörelser | **Låsta eller obekväma arbetsställningar eller arbetsrörelser.** | **Begränsade möjligheter till att ändra arbetsställningar eller arbetsrörelser.** | **Väl utformad arbetsplats. Goda möjligheter att variera arbetsställningar och arbetsrörelser.** |
| Handlingsutrymme | **Arbetet är helt styrt av annat eller andra.** | **Arbetet är delvis styrt av annat eller andra. Begränsade möjligheter att påverka hur arbetsuppgiften utförs.** | **Goda möjligheter att anpassa arbetet efter sin egen förmåga.** |
| Arbetsinnehåll Upplärning/kompetenskrav | **Arbetstagaren utför en isolerad arbetsuppgift i en produktionsprocess. Kort upplärning.** | **Arbetstagaren utför flera arbetsuppgifter i en produktionsprocess. Arbetsväxling kan förekomma. Upplärning för flera områden.** | **Arbetstagaren deltar i flera uppgifter eller i hela produktionsprocessen inklusive planering och kontroll. Kontinuerlig kompetensutveckling.** |

**Tabell 1** *Tabell för bedömning av ensidigt arbete, (AFS 1998:1).*

Rött område – olämpligt
Gult område – värdera närmare
Grönt område – acceptabelt

Arbete av denna art kan leda till skador i muskler, senor och vävnad. För att minska risken för att drabbas av dessa skador ska den typen av arbete försöka begränsas. Ofta måste både tekniska och organisatoriska förändringar genomföras inom flera områden. Dessutom spelar det sociala samspelet på arbetsplatsen stor roll.

Arbetsgivaren är skyldig att se till att arbete som är ensidigt upprepat, starkt styrt eller bundet normalt inte förekommer. Om det inte är möjligt bör denne bedöma riskerna med arbetet och se till vilka förändringar som är möjliga att göra. Förändringar kan vara i form av arbetsväxlingar, arbetsutvidgningar, pauser eller andra åtgärder som ökar variationen i arbetet (AFS 1998:1).

**Tunga lyft**

En punkt som är viktig är att utbilda personalen i riskerna med manuellt arbete, lyftteknik samt förflyttningsteknik. Att lyfta eller bära en börda innebär risk för överbelastning av kroppen. Vid tunga lyft är framför allt ländryggen utsatt men även övriga delar av kroppen riskerar att ta skada. I de flesta fall ska man inte hantera bördor tyngre än 25 kg. För att minska riskerna för att arbetstagare skadas bör en arbetsgivare verka för att undvika den manuella hanteringen. Bild 3 visar hur ett lyft ska utföras på korrekt sätt. Den är koncentrerad på bördans vikt och hur långt från kroppen bördans tyngdpunkt är. Viktiga faktorer som lyftfrekvens, hur lång tid lyftarbetet pågår, lyfthöjder och bördans greppbarhet saknas i modellen. Modellen gällen för både kvinnor och män (AFS 1998:1).

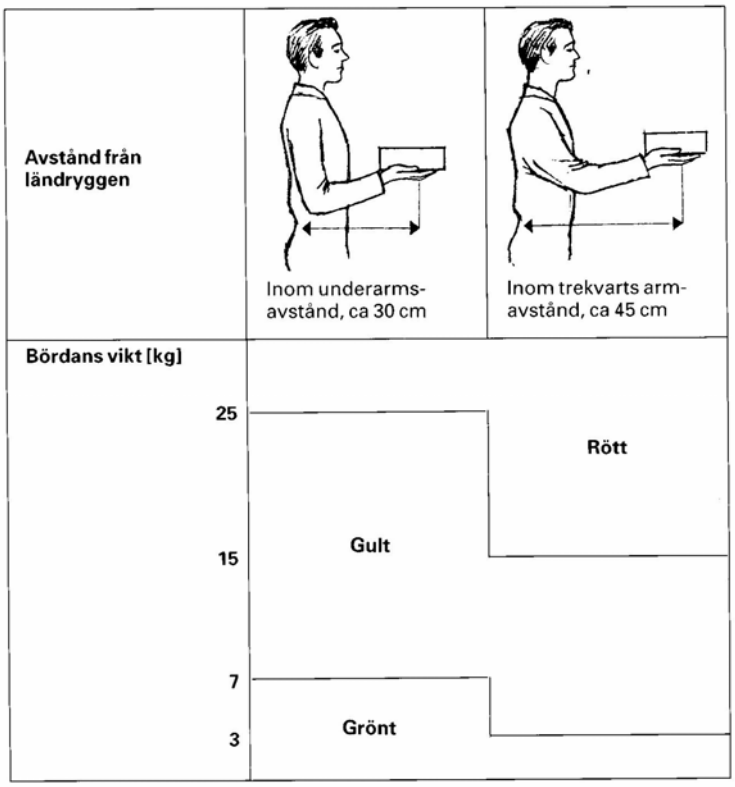



**Bild 3** *Modell för bedömning av symmetriskt lyft med två händer stående, (AFS 1998:1).*

**Psykosocial arbetsmiljö**

Förhållandet mellan den sociala arbetsmiljön och individen brukar benämnas som den psykosociala arbetsmiljön. Det innefattar i princip allt som har med vår psykiska hälsa på arbetsplatsen att göra. Hur vi trivs med arbetskamrater, hur meningsfullt arbetet känns, hur stort inflytande vi har över vår situation samt vilka möjligheter till personlig utveckling det finns. Det finns många olika trivselfaktorer som är avgörande för hur situationen på arbetsplatsen ser ut (Arbetsmiljöupplysningen, 2008-01-22).

Exempel på trivselfaktorer är:

- Att känna stöd från chefer och medarbetare
- Att ha möjlighet att påverka
- Att ha möjlighet att utvecklas
- Att jobbet känns meningsfullt
- Att känna sig trygg att kunna säga ifrån
- Att känna sig delaktig
- Att bli sedd och uppmärksammad

**Stress**
Vid akut stress spänns musklerna. Obekväma eller statiska arbetsställningar i kombination med koncentrationskrävande arbetsuppgifter resulterar i att muskelengagemanget ökar. Muskulär och mental stress förstärker varandra. När ergonomiska brister förekommer tillsammans med tidspress, höga kvalitetskrav, samt bristande egenkontroll och arbetstillfredsställelse är risken stor att drabbas av stressrelaterade belastningssjukdomar. Risken fördubblas om både psykosocial och fysisk stress förekommer. Om dessa dubbla påfrestningar är långvariga eller upprepas ofta utan tillräcklig vila emellan innebär det en hälsorisk.

När fysisk belastning på musklerna upphör, slutar också muskelspänningen. Muskulära effekter som har sin orsak i stress avtar däremot inte lika snabbt. Korta pauser är därför inte tillräckliga i ett stressande arbete. Det finns risk att skador uppkommer i rörelseapparaten (skelett, muskler och leder) när rörelser som inte passar den enskilda individen utförs. Kroppen kan då tvingas att arbeta i obalans. Om man samtidigt vrider och böjer sig och utför rörelser under stress ökar skaderisken flerfaldigt (Arbetsmiljö och hälsa för kommuner och landsting, 2007-11-30).

Riskerna finns främst vid:
- Tung manuell hantering med risk för överbelastning.
- Obekväma och statiska arbetsställningar som innebär begränsad syretillförsel och bristande ämnesomsättning i musklerna.

Viktiga faktorer som påverkar risken för skador är:
- Tidspress – som innebär ökat muskelengagemang med spända muskler.
- Mental stress och psykosocial miljö – speciellt om möjligheten till vila är begränsad.
- Arbetets krav – både för höga och för låga krav framkallar stress.
- Buller – risk för både fysisk och psykisk skada.
- Temperaturavvikelser.

**Synergonomi**
Förutom synbesvär kan dåliga synförhållanden leda till smärta i kroppens rörelse och stödjeorgan. Det händer när huvudet eller kroppens läge och position anpassas för att se bättre, till exempel när man böjer sig åt sidan för att undvika bländande ljuskälla. Det är därför viktigt att belysningen ger ett jämt och starkt ljus vid arbetsplatsen.

Även om syn- och belysningsförhållandena är goda kan påfrestande arbetsställningar tvingas intas för att se. Då kan arbetstagaren använda sig av individuellt utprovade synhjälpmedel, som är skärskilt anpassade för arbetet. Arbetsgivaren är skyldig att tillhandahålla sådana hjälpmedel. Exempel på det kan vara förstoringsglas eller speciell tillsatsbelysning (AFS 1998:1).

**Buller**
Allt oönskat ljud kallas för buller och innefattar både ljud som är störande för örat och ljud som är skadligt för hörseln. Buller kan vara tröttande, stressande och påverka prestationsförmågan, men också ge reaktioner som ökad hjärtfrekvens, högre blodtryck och

utsöndring av stresshormoner. Bullret kan också göra det svårt att samtala och öka risken för olyckor på grund av att inte viktiga ljud hörs.

Buller ska i möjligaste mån åtgärdas vid källan. När alla andra möjligheter till att minska bullret har undersökts är det sista alternativet hörselskydd. En regel som finns angående buller säger att arbeten ska planeras, bedrivas och följas upp så att bullerexponeringen minskas genom att bullret elimineras vid källan alternativt sänks till lägsta möjliga nivå. Hänsyn ska då tas till den tekniska utvecklingen och möjligheterna att begränsa bullret (Arbetsmiljöverket, 2007-11-30).

## *3.2 Arbetsmiljö och ekonomi*

De ekonomiska perspektiven i samband med arbetsmiljön och arbetshälsan blir allt mer intressanta. I flera sammanhang har det konstaterats att arbetsmiljöns säkerhetsnivå har stor betydelse för företagen och samhället. Genom att förbättra arbetssäkerheten och arbetsförhållandena kan också kvaliteten, produktiviteten och konkurrenskraften påverkas.

I företag är behoven och förväntningarna som ställs på förbättring av arbetsmiljön starkt förenade med arbetsmiljöproblemets ekonomiska betydelse. Arbetsförhållandena har en stor betydelse för individer, samhälle och företag. Därför är arbetsskyddets ekonomiska följder omfattande och inverkar på flera nivåer. Arbetsförhållandenas ekonomiska inverkan har undersöks i olika sammanhang och vid flera fall har positiva samband mellan arbetsmiljö och ekonomi hittats (Arbetsmiljö och ekonomi, 2008-01-22).

Ekonomiska argument används ofta som argument för vad som blir utfört och inte. Vad som ska göras styrs alltid mer eller mindre av det ekonomiska tänkandet. I vardagen ses tyvärr ofta arbetsskyddsåtgärder som extra kostnader och inte som investeringar. Eftersom resurserna oftast är begränsade när en förändring ska genomföras måste självklart prioriteringar göras. Ekonomiskt vetande och en djupare förståelse för det ekonomiska synsättet till arbetsmiljöns utveckling och till arbetsskyddet kan leda till ökad motivation på arbetsplatser för att förbättra arbetsförhållandena (Arbetsmiljö och ekonomi, 2008-01-22).

I en svensk undersökning 1987, utförd på några tiotal casefall, värderades hur lönsamma förbättringar i arbetsmiljön är och hur svåra de är att genomföra. Resultatet visar på att det rent tekniskt är enkelt och lönsamt att utveckla särskilt ergonomin. Eliminering av kemiska risker och förbättring av luftkonditionering är lönsamma åtgärder med tanke på ekonomin. Förebyggandet av olycksfall, buller och vibration är däremot inte lönsamt, bild 4. Att förebyggandet av olycksfall visade sig vara olönsamt beror delvis på den tidens försäkringssystem i Sverige, där samhället fick betala den största delen av olyckskostnaderna (SFO, 1987).

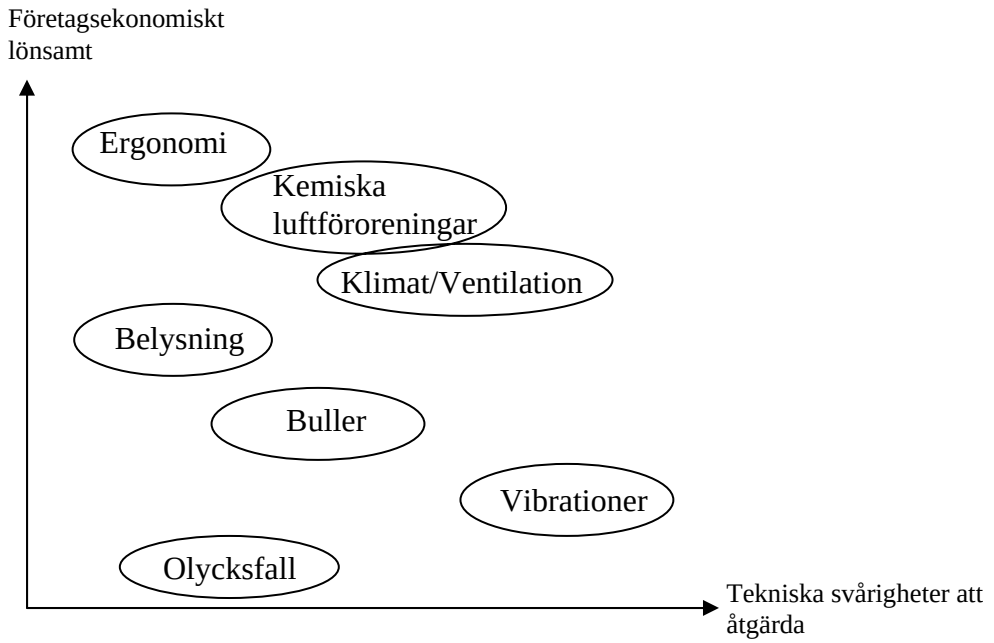



**Bild 4** *Lönsamheten av förbättringarna i arbetsmiljön och svårigheterna av de tekniska åtgärderna, (SFO, 1987).*

I slutet av 1980-talet utgav den danske Poul Bitsch Olsen en undersökning som visade att myndigheternas verksamhet påverkar besluten i företag och företagens arbetsmiljökostnader. Han kom fram till att en arbetsmiljöinspektör inte ska ge färdiga lösningsmetoder eftersom det leder till små insatser i att bestämma problemet och att skapa tekniska lösningar. Problemen ska analyseras noggrant men de borde alltid lösas av företaget, då de kan leta efter den mest ekonomiska lösningen på problemet (Arbetsmiljö och ekonomi, 2008-01-22).

I en undersökning om arbetsmiljö och produktivitet från år 2002 utreds på vilket sätt arbetsmiljöns förändringar påverkar produktiviteten och vilka mekanismer som orsakar förändringarna i produktiviteten. Åtta faktorer som centralt påverkar produktiviteten kunde finnas:

- Arbetsmetoder
- Investeringar
- Avlöningssätt
- Om arbetet går smidigt
- Arbetsinnehåll
- Internt samarbete och utvecklande
- Efterfrågan på produkterna
- Fysisk arbetsmiljö

Betydelsen av den fysiska arbetsmiljöns helhetskvalitet och ordning kom fram i alla delstudier. Speciellt inom byggbranschen verkar det som att en hög säkerhetsnivå på arbetsplatsen kan anses förutspå en god lönsamhet i framtiden (Arbetsmiljö och ekonomi, 2008-01-22).

Sammanfattningsvis kan det konstateras att:

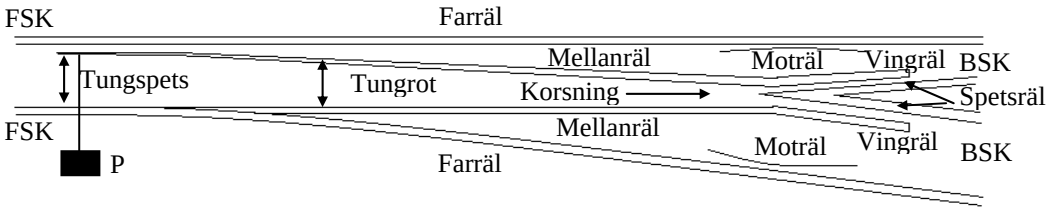
- En bra arbetsmiljö stöder personalens välbefinnande och inverkar positivt på företagets ekonomi.
- Förbättringarna av arbetsmiljön blir lönsamma när rätt saker utförs på rätt sätt, integrerat i företagets övriga verksamhet.
- Bättre kunskaper om arbetsförhållandenas ekonomiska verkningar har en central roll som igångsättare av utvecklingsåtgärderna.
- Utnyttjandet av ekonomiskt tänkande vid tillsynen av arbetsskyddet är en möjlighet att effektivisera verksamheten och uppmuntra arbetsplatserna till att på eget initiativ utveckla förhållandena i arbetet. Samtidigt utgör det en ny utmaning och synvinkel till förvaltningen.

# 4 Teknisk beskrivning

Den grundläggande uppgiften en spårväxel har är att förgrena ett spår till två (eller fler) spår och tvärtom. Det är nödvändigt vid tågmöte, förbigång (omkörning), växling och för att hindra spårgående fordon från att kollidera.

## 4.1 Spårväxelkomponenter

Det finns ett stort antal komponenter som ingår i en spårväxel, figur 1. Den kan delas in i en rörlig del (tunganordning) och en fast del. Den rörliga delen består av tungor, växeldriv, länkarmar, glidplattor och en kontrollanordning. Den fasta delen består av korsning, räler, sliprar samt underbyggnad. Till största del uppkommer funktionsstörningar i de rörliga delarna.




**Figur 1** *Komponenter för enkel spårväxel*

| | |
|---|---|
| FSK | Främre stödrälsskarv |
| BSK | Bakre stödkorsningsskarv |
| P | Växelomläggningsanordning |

Genom att en omläggning sker av de båda växeltungorna kan fordonen föras i på något av spåren.

## 4.2 Spårväxeltyper

Det finns en mängd olika växeltyper, antingen enkla växlar eller sammansatta växlar. I en enkel växel kan ett spårgående fordon föras från ett spår till ett annat antingen åt höger (högerväxel) eller vänster (vänsterväxel). De enkla växlarnas grundform karakteriseras av ett rakt stamspår, från vilket ett bågformigt grenspår avviker, bild 5.

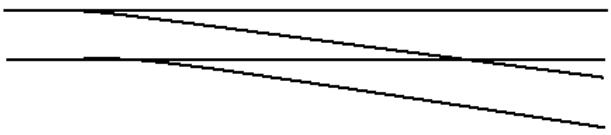


**Bild 5** *En enkel växel med ett avvikande spår till höger.*

I den sammansatta växeln finns tre olika spårförgreningar och hit räknas tredelig växel, korsnings- och kryssväxlar. Den tredeliga växeln är sammansatt av två enkla växlar, där antingen en vänsterväxel kommer först och följes av en högerväxel, bild 6, eller tvärtom. Det finns även tredeliga växlar som går åt samma håll, antingen två enkla högerväxlar eller två enkla vänsterväxlar.

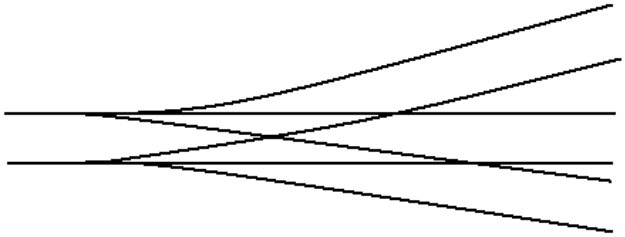


**Bild 6** *En tredelig växel där vänsterväxeln kommer först.*

Korsningsväxel används när två spår korsar varandra under en sned vinkel och där man vill ha en anslutning mellan de olika spåren. I den enkla korsningsväxeln, bild 7, är det inbyggt två tunganordningar som har förbindelse med varandra. I den dubbla korsningsväxeln finns det fyra stycken inbyggda tunganordningar.

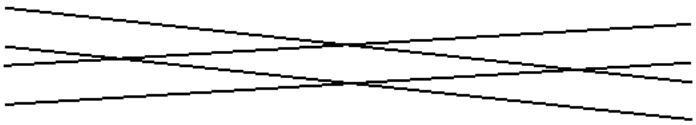


**Bild 7** *En enkel korsningsväxel*

En kryssväxel är en korsande förbindelse mellan två parallella spår. Den består av en snedvinklig spårkorsning och fyra enkla växlar, två höger och två vänster, bild 8.

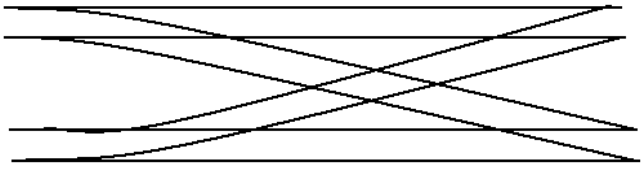


**Bild 8** *En kryssväxel som utgör en förbindelse mellan två spår.*

Spårväxlarna varierar i utformning. Längden på växeln är olika och så även hur mycket den kröker. En del spårväxlar har beteckningen 1:9 och andra har beteckningen 1:15. Ju högre siffra efter kolon, ju rakare är det avvikande spåret. Detta innebär att tågen kan färdas fortare genom växeln ju rakare spåret ligger.

Det finns ungefär 11 200 spårväxlar inlagda i det svenska järnvägsnätet vilket har ett stort kapitalvärde. En ny spårväxel kostar mellan 0,5 – 0,8 miljoner kronor i material och ungefär samma summa för iläggandet av den. Det blir en totalsumma på 1 – 1, 6 miljoner kronor per spårväxel. Den beräknade ekonomiska livslängden för en spårväxel är cirka 20 år (Hedström, 2001).

# 5 Spårväxelunderhåll

Underhållet kan delas in i avhjälpande underhåll och förebyggande underhåll. Avhjälpande underhåll är alla reparationer och byten av trasiga komponenter som utförs vid uppkomna fel på utrustningen eller anläggningen. Förebyggande underhåll innefattar allt underhåll som förebygger eventuella fel som kan leda till driftstopp eller haveri.

Spårväxlarna kräver i regel större underhåll än spåret i övrigt. Detta beror på att det uppkommer stora påfrestningar då de spårgående fordonen har ojämn hastighet och varierande kontaktyta mellan hjul och räl när de passerar växeln. Detta leder till ökat slitage på växlarna som bland annat spårviddsökningar, nedslitning av växelkomponenter, utvalsningar på rälerna.

En komponent i spårväxeln eller en hel spårväxel underhålls ett antal gånger till den är i behov av att bytas ut. Den utbytta komponenten kasseras och ersätts med en ny eller en nyrenoverad. I vissa fall återanvänds en komponent eller en hel spårväxel, till exempel vid en bangårdsombyggnad då en hel spårväxel byts ut och vissa av delarna fortfarande är i gott skick.

Underhållet av spårväxlar sker i olika steg och kan delas in i följande:

1. Besiktning
2. Förarbeten
3. Underhåll av växelrevisionslag
4. Underhåll av signalpersonal
5. Underhåll av elpersonal
6. Övrigt underhåll
7. Växelbyte samt växelbyggnad
8. Reparation av komponenter
9. Efterarbeten
10. Snöröjning
11. Uppföljning

I detta arbete studeras punkt 1, 3, och 8.

Idag sker underhållet av spårväxlar utifrån de besiktningsprotokoll som upprättas vid underhålls- och säkerhetsbesiktningar.

# 6 Besiktning

Vid europeiska järnvägsförvaltningar regleras lok- och vagnhjulens mått och toleranser genom UIC form 510. Denna norm utgör även grunden för toleransernas utformning i spårväxlar. Att vagnar går mellan olika järnvägsförvaltningar blir mer och mer vanligt. Därför utformas mått och toleranser så lika som möjligt inom det europeiska järnvägsnätet.

Hur ofta besiktningarna utförs beror på: tåghastighet, trafikbelastning, typ av trafik (till exempel farligt gods), klimat och miljöförhållanden, geotekniska förutsättningar, teknisk uppbyggnad, inbyggd funktionssäkerhet samt ålder och kvalitet (Hedström, 2001).

Besiktningen ligger till grund för kommande åtgärder och reparationer som ska utföras på spårväxlarna. Idag sker både underhållsbesiktningar och säkerhetsbesiktningar av spårväxeln (Eriksson, 1994). Det som kontrolleras vid besiktning av spårväxeln är:

- Utvändig kontroll av växeln där komponenterna som följer granskas – sliperstillståndet, ballastnivån, dränering, spårvidd, tungor, tungspetsstag, rullager, driv och fundament, stag, skyddsjordning, växelvärme, kabelfördelningsstolpen, kabelanslutningar, lokalställare och TKK.

- Invändig kontroll av drivet – lock och låsanordning, allmäntillstånd, motor och motorkoppling, växellåda och kugghjul, kuggdrev och kuggstänger, kontrollinjalerna, kamskivorna, kontaktstativ och kontaktvaggor, kontakterna, kopplingsplintar och anslutningstrådar, handvevskontakt och bottenventiler.

- Kontroll och justering av friktionskraften

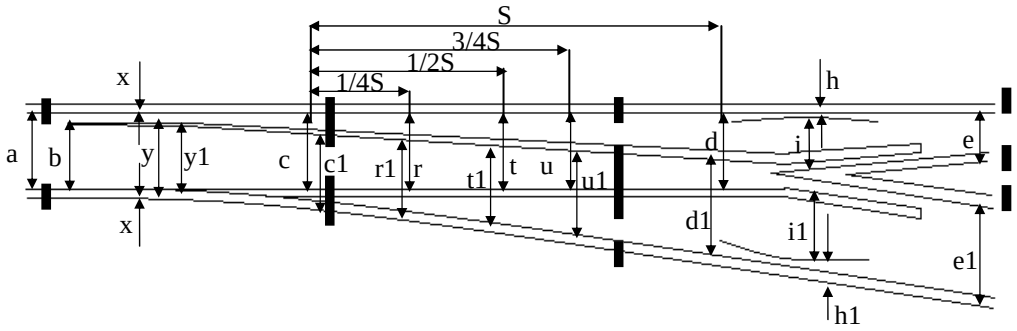
- Kontroll och justering av tungornas anliggning mot respektive stödräl

- Kontroll och justering av kontrollstagen

- Kontroll av backgångspärrens funktion

- Kontroll och justering av TKK-inställning

Vid besiktning av spårväxlar studeras nedanstående mått, figur 2:




**Figur 2** *Måttens placering för en enkel växel*

| | |
|---|---|
| **a** | vid främre stödrälsskarv |
| **b** | direkt framför tungspets |
| **c** och **c1** | vid bakre stödrälsskarv |
| **d** och **d1** | vid moträlens främre ände |
| **e** och **e1** | vid bakre korsningsskarv |
| **g** och **g1** | minsta flänsränna mellan spets- och vingräl |
| **h** och **h1** | minsta flänsränna mellan moträl och farräl |
| **i** och **i1** | 200 mm från korsningsspets och in på korsningen |
| **S** | är lika med avståndet mellan bakre stödrälsskarv och moträlens främre ände |
| **r,t,u** och **r1,t1,u1** | är fördelade på ¼ -avståndet på längden S |
| **x** och **x1** | minsta flänsränna mellan frånliggande tunga och stödräl |
| **y** och **y1** | mitt på tungan om tungans längd är >11m |

Säkerhetsbesiktningar av spårväxeln utförs upp till fem gånger per år och då kontrolleras måtten a, c, c1, t, t1, d, d1, i, h, i1 och h1. Vid underhållsbesiktningen som endast utförs en gång per år kontrolleras alla mått. Det mäts fler punkter på underhållsbesiktningarna, det vill säga om det mäts två punkter på en komponent vid säkerhetsbesiktning så mäts det till exempel fem punkter på en komponent vid en underhållsbesiktning.

Vid kontroll av tungor och stödräler används redskap och toleranser som finns inbyggda i dess mallar. Bedömning sker enligt skärskilda anvisningar, SJF 573.0[1]. Det ställs stora krav på underhållet av tunganordningen. Förutom att befästningsdetaljer ska ha en god anliggning är det särskilt viktigt att övergången mellan tungspets och stödräl har ett jämt farkantsförlopp.

Mätning och kontroll av korsningens slitage samt höjdläge i förhållande till farrälerna utföres enligt SJF 573.0.

[1]SJ Föreskrifter om hur spårlägeskontroll ska utföras.

Vid besiktningen bestäms ett åtgärdsdatum beroende på hur allvarligt felet är och ett förslag till åtgärd ges av besiktningsmannen. De olika prioriteringsformer som finns är:

- A – Akut (Åtgärd ska utföras snarast)
- V – Vecka (Åtgärd ska utföras inom två veckor)
- M – Månad (Datum för åtgärd anges)
- Å – År
- Ö – Övrigt (Datum för åtgärd anges)

# 7 Nulägesbeskrivning och - analys

*I stycket som följer ges en ingående beskrivning av hur det ser ut i nuläget vid spårväxelrevision. Aktuella växlar, slitage och underhåll av dessa, personalens arbetsmiljö samt ekonomin vid underhållet kartläggs.*

På grund av förändrade trafikbetingelser, högre hastighet och större axellast samt krav på starkare konstruktioner som kräver mindre underhåll förändras spårväxlarna ständigt. När tågen kommer att öka från 25 tons axellaster till 30 tonsaxellaster kommer troligen slitaget av spårväxlarna också att öka. Det är därför viktigt att utreda om det finns andra alternativ till spårväxelunderhåll än det som är idag. Om det visas att samband över olika växlars slitage finns kan ett utbytessystem av komponenter vara ett alternativ för att sänka de ekonomiska kostnader som uppkommer samt förbättra arbetsmiljön för personalen.

## 7.1 Aktuella spårväxlar

Fyra spårväxlar väljs ut tillsammans med Balfour Beatty och MTAB. Slitaget på dessa studeras och analyseras. Samtliga växlar är enkelväxlar med fast korsning. De aktuella spårväxlarna utsätts inte för samma tågtrafik då hastigheten genom växlarna och axeltonslasten varierar.

**Boden södra växel 1**
Spårväxeln har en maxhastighet för de spårgående fordonen på 50 km/h. Växeln är utsatt för 25 tons axellaster. Det finns ingen information om när växeln är inlagd men de flesta delarna är från år 1994.

**Gammelstad växel 17**
Spårväxeln har en maxhastighet för de spårgående fordonen på 40 km/h. Växeln är utsatt för 25 tons axellaster och inlagd år 2003.

**Boden bangård växel 690**
Spårväxeln har en maxhastighet för de spårgående fordonen på 80 km/h. Växeln är utsatt för axellaster på 30 ton. Växeln är inlagd år 1994.

**Vitåfors växel 8**
Spårväxeln har en maxhastighet för de spårgående fordonen på 20-30 km/h. Växeln är utsatt för 30 tons axellaster. Inläggningsår för växeln kan ej hittas.

## 7.2 Slitage

I besiktningsprotokollen för spårväxlarna (hämtade ur Banverkets datasystem Bessy) finns de uppmätta värdena för spårväxeln vid varje besiktningstillfälle. Genom att studera dessa värden och titta på åtgärdsförslag som är rekommenderade framkommer det vilka komponenter på spårväxeln som utsätts för mest slitage.

### 7.2.1 Boden södra växel 1

Säkerhetsbesiktningarna på växel 1 i Boden södra är utförda med ungefär två månaders intervaller, bilaga 1. De visar på förslitningar vid bakre stödrälsskarv i mätkod *c1* där de uppmätta värdena vid flera av besiktningstillfällena ligger nära maxgränsvärdet på 1443 mm, diagram 1. Maxgränsvärdet som är uppsatt har en god marginal innan det finns risk för urspårning och därför är dessa värden godkända.

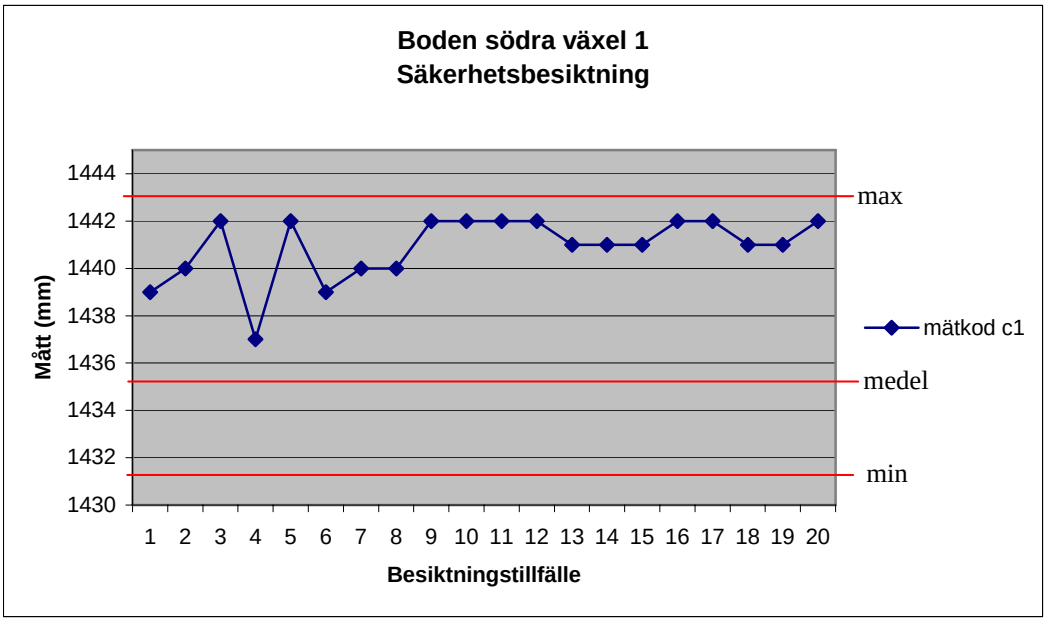



**Diagram 1** *Slitage vid bakre stödrälsskarv för växel 1.*

Vid moträlens främre ände visar de uppmätta besiktningsvärdena på stora förslitningar. I mätkod *d* som finns i det rakgående spåret ligger värdena strax under eller precis på maxgränsvärdet 1441 mm. Vid ett besiktningstillfälle ligger värdet över max, diagram 2. I mätkod *d1* som finns i det sidogående spåret är inte förslitningarna lika stora men de ligger ända vid ett par tillfällen precis under maxgränsvärdet, diagram 2. Slitaget för mätkod *d* vid de senare besiktningarna visar att åtgärder har vidtagits, men slitaget vid nästkommande besiktning uppnår ändå det tillåtna maxgränsvärdet.

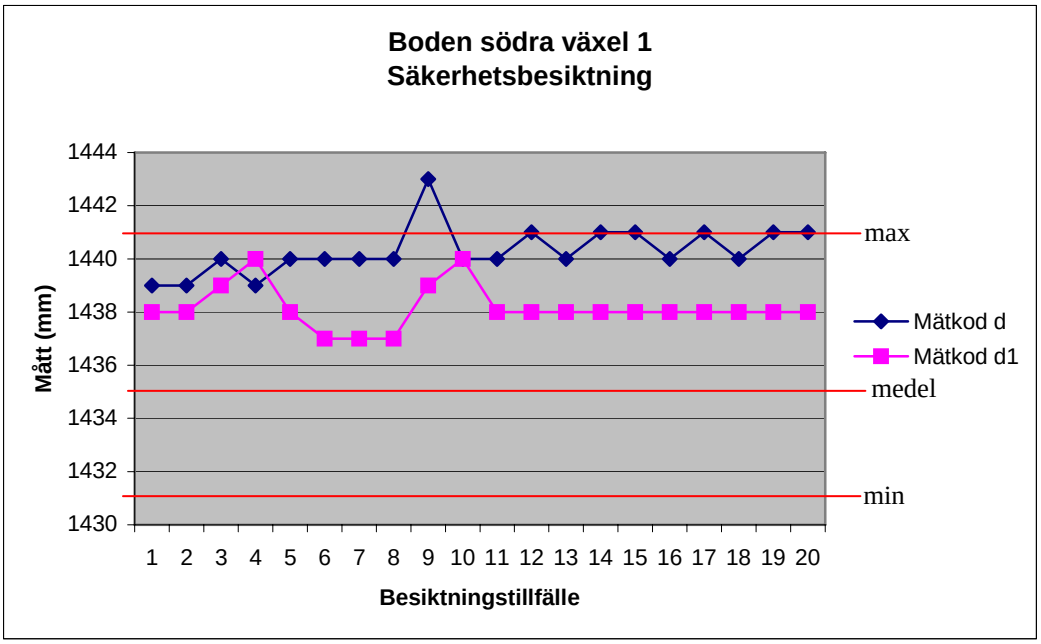



**Diagram 2** *Slitage vid moträlens främre ände för växel 1.*

Även mitt på korsningen, 200 mm från korsningsspets in på korsningen kan förslitning ses. I mätkod *i* som ligger i det rakgående spåret är värdena många gånger precis på mingränsen och vid ett besiktningstillfälle under minsta gränsvärdet, diagram 3. I mätkod *i1* som ligger i det sidogående spåret ligger värdena många gånger precis på minvärdet, diagram 3.

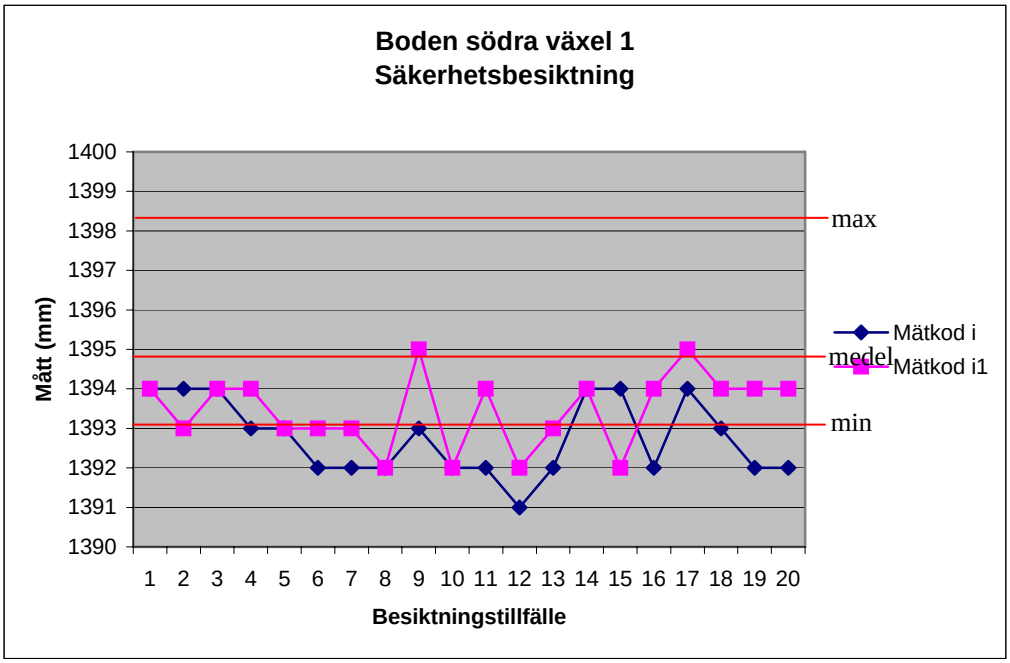



**Diagram 3** *Slitage mitt på korsningen för växel 1*

Underhållsbesiktningarna visar på liknande resultat som säkerhetsbesiktningarna, bilaga 1. Slitage kan ses direkt framför tungspets i mätkod *b*, vid bakre stödrälsskarv i mätkod *c1* och vid moträlens främre ände i mätkod *d*. Mitt på tungan i mätkod *y* och *y1* ligger de uppmätta värdena vid besiktningarna precis under eller precis på maxgränsvärdet.

Övriga anmärkningar är glapp i bult i omläggningsanordning samt lösa skruvar och muttrar.

Analysen för växel 1 i Boden södra visar att slitaget är störst vid moträlens främre ände samt 200 mm från korsningsspets och in på korsningen. Åtgärder vid slitage i mätkod i och i1 är omspikning om rälsen ligger på träslipers eller justering av moträl.

### 7.2.2 Gammelstad växel 17

Av säkerhetsbesiktningarna för spårväxeln i Gammelstad framkommer det inga extremvärden, bilaga 2. De uppmätta värdena ligger runt medelvärde för samtliga mätpunkter utom vid mätpunkt *a*, vid främre stödrälsskarv, där det uppmätta värdet ligger relativt nära maxvärdet. På denna växel finns inga underhållsbesiktningar utförda. Dessa resultat kan bero på att trafiken genom spårväxeln är väldigt låg.

Övervalsning av isolerskarvar förekommer då rekommenderad åtgärd är slipning. Anmärkning finns även vid tunganordningen där skruv och mutter saknas.

### 7.2.3 Boden bangård växel 690

Vid säkerhetsbesiktningarna, bilaga 3, som har utförs på växeln 690 kan ett mycket stort slitage ses vid mätkod *d1* som ligger vid moträlens främre ände på det avvikande spåret. Det uppmätta värdet överstiger maxvärdet vid varje besiktning, diagram 4. Medelvärdet ligger på 1435 mm och minvärdet ligger på 1431 mm. Några åtgärder vid denna mätpunkt på växeln verkar inte vara utförda. Efter samtal med en besiktningsman på Balfour Beatty framkommer det att de mest akuta felen prioriteras först och denna växel verkar ha blivit eftersatt. De tillåtna min- och maxvärdena är satta med mycket god marginal. Risk för urspårning sker långt under eller över de tillåtna värdena. Besiktningsmannen tycker ändå att det är underligt att inga åtgärder har utförts eftersom de uppmätta värdena ligger så pass mycket över det tillåtna maxvärdet. Eftersom maxhastigheten genom spårväxeln är 80 km/h och axeltonslasten 30 ton borde dessa analysresultat kontrolleras omgående. Stämmer de måste åtgärder utföras snarast.

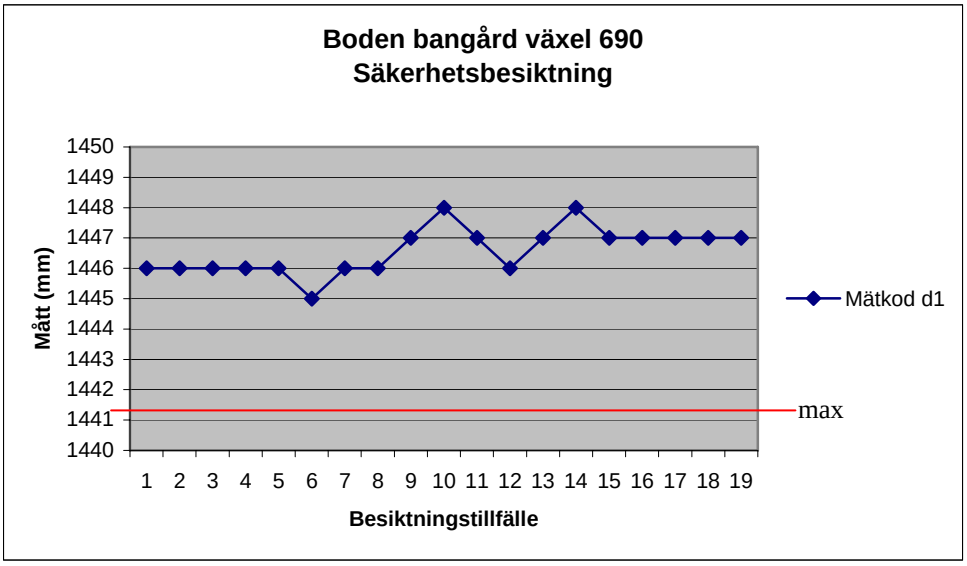



**Diagram 4** *Slitage vid moträlens främre ände för växel 690*

Mätkod *i* och *i1* som ligger 200 mm från korsningsspets in på korsningen visar även de på en stor förslitning. Mätkod *i* som ligger i rakgående spår visar på ett stort slitage vid de första besiktningarna. Värdena visar dock bättre siffror från besiktningstillfälle sex och framåt, diagram 5. Mätkod *i1* som ligger i det sidogående spåret visar på slitage där de uppmätta besiktningsvärdena flera gånger ligger precis på minsta gränsvärdet, diagram 5. Åtgärder vid slitage i mätkod i och i1 är omspikning om rälsen ligger på träslipers eller justering av moträl.

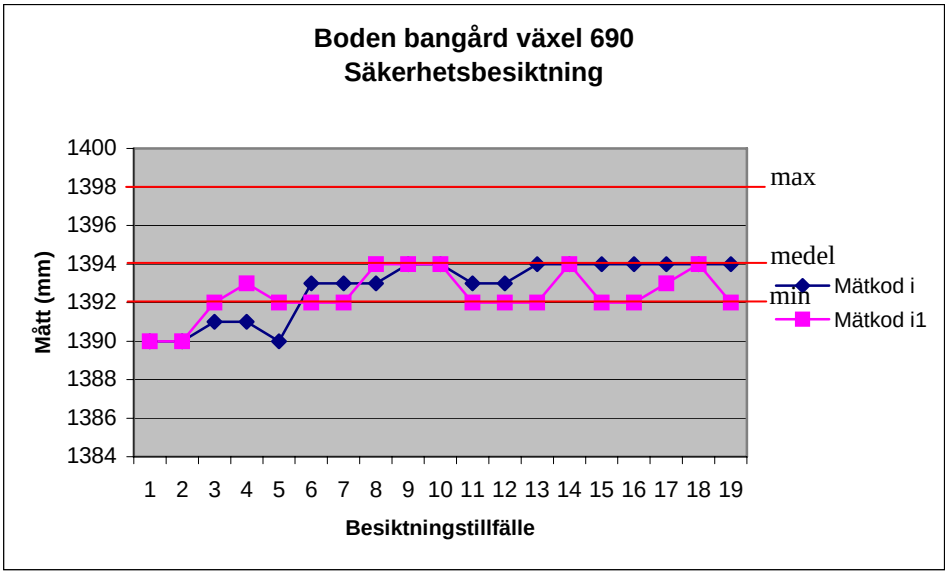



**Diagram 5** *Slitage 200 mm från korsningsspets och in på korsning för växel 690*

Vid främre stödrälsskarv i mätkod *a* ligger besiktningsvärdena vid flera tillfällen precis på gränsen för det tillåtna maxvärdet och vid ett par besiktningstillfällen över det tillåtna maxvärdet, diagram 6. Även i bakre stödrälsskarv vid mätkod *c1* ligger medelvärdet relativt nära maxgränsvärdet, diagram 6. Efter samtal med en besiktningsman framkommer det att de höga värdena vid mätkod *a* beror på att rälen trycks ut precis i kurvan och åtgärderna för detta är justering, eventuellt påsvetsning om den är nedsliten. Om rälsen ligger på träslipers utförs ofta omspikning.

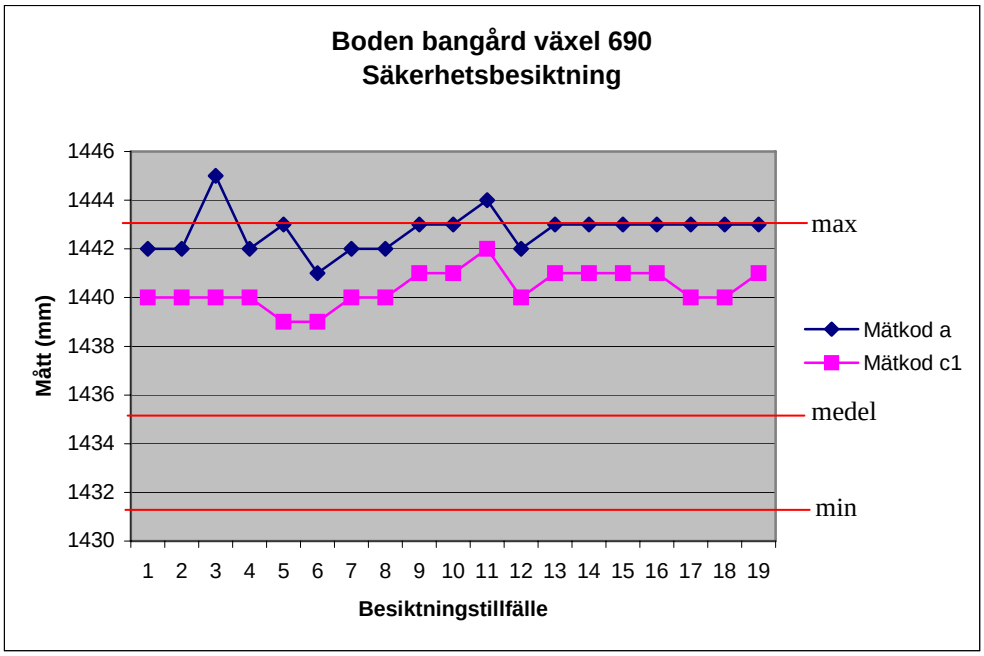



**Diagram 6** *Slitage för växel 690 vid främre och bakre stödrälsskarv*

Underhållsbesiktningarna för växel 690, bilaga 3, visar att vid mätkod *a* (vid främre stödrälsskarv) och *b* (direkt framför tungspets) ligger de uppmätta värdena precis under eller

på maxgränsvärdet. Vid moträlens främre ände i mätkod *d1* överskrider de uppmätta värdena maxgränsvärdet varje gång. På korsningen i mätkod *i* och *i1*, ligger de uppmätta värdena under minvärdet varje gång. Minsta flänsränna mellan spets- och vingräl (mätpunkt *g1*) ligger vid maxvärdet varje besiktning. Det gäller även i mätpunkt *h1*, minsta flänsränna mellan moträl och farräl.

Övriga anmärkningar vid besiktningarna är övervalsning på isolerskarvar, saknad av ballast, lösa skruvar och muttrar i moträl.

Även för denna växel kan det största slitaget ses vid moträlens främre ände och 200 mm från korsningsspets och in på korsningen.

### 7.2.4 Vitåfors växel 8

Endast två säkerhetsbesiktningar för växeln i Vitåfors har hittats, bilaga 4. Ur dessa kan man tydligt se att slitaget finns i mätpunkt *i* och *i1*, 200 mm från korsningsspets och in på korsningen. Besiktningsvärdena för mätpunkt *i* som finns i det rakgående spåret ligger på minsta gränsvärdet vid båda besiktningarna, diagram 7. Mätpunkt *i1* som ligger i det sidogående spåret är vid ett av tillfällena under minsta gränsvärde, diagram 7. Åtgärder vid slitage i mätkod i och i1 är omspikning om rälsen ligger på träslipers eller justering av moträl.

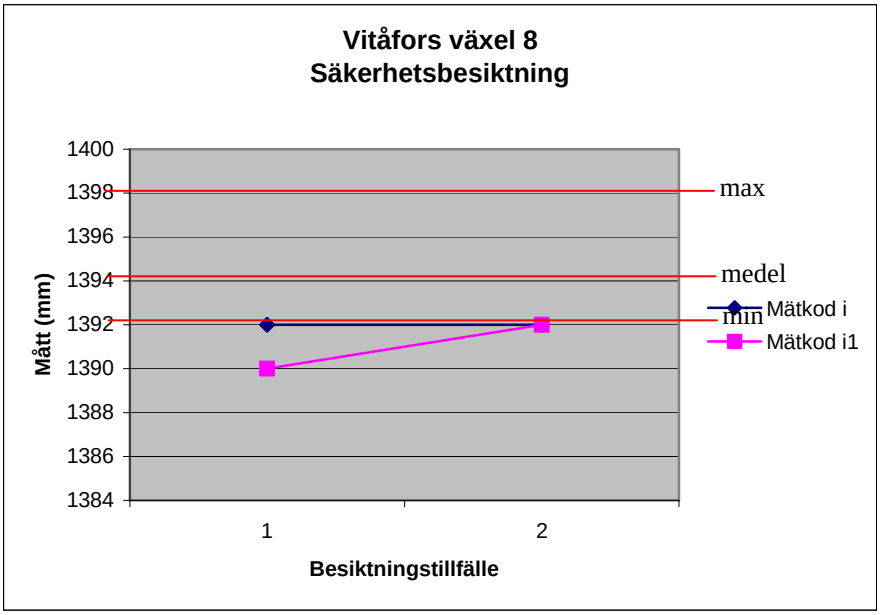



**Diagram 7** *Slitage för växeln i Vitåfors, 200 mm från korsningsspets och in på korsning.*

I mätpunkt *d1* som ligger i det sidogående spåret, vid moträlens främre ände ligger besiktningsvärdena relativt nära maxvärdet, diagram 8. De ligger dock inom den tillåtna ramen.

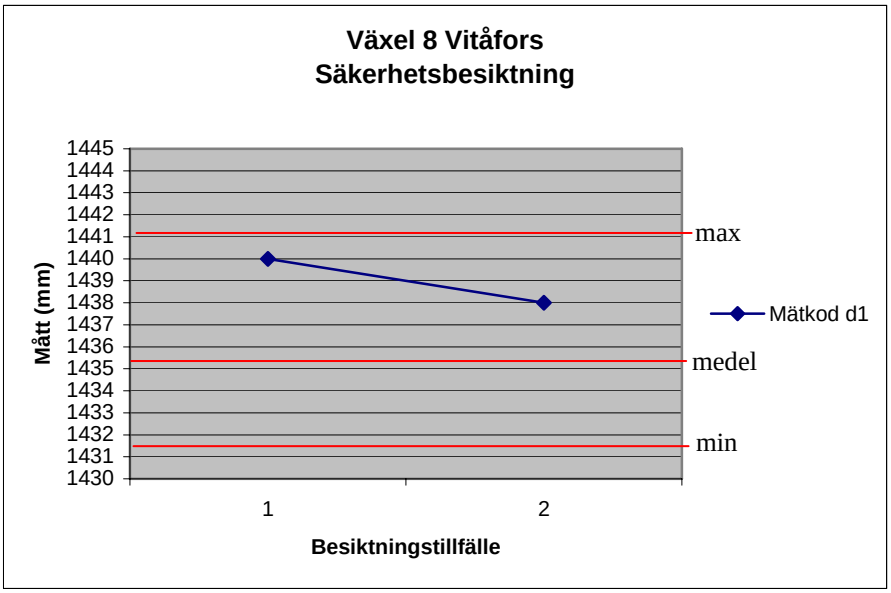



**Diagram 8** *Slitage för växel 8 i Vitåfors, vid moträlens främre ände.*

Underhållbesiktningen visar samma resultat som säkerhetsbesiktningarna vid mätpunkt *i* och *i1*, på korsningen, bilaga 4. Ett tydligt slitage kan även ses vid mätpunkt *h* och *h1*, minsta flänsränna mellan moträl och farräl. De uppmätta värdena ligger precis på maxgränsvärdet.

Övriga anmärkningar på besiktningsrapporterna är bultglapp höger tunga och justering moträler.

Slitage för växel 8 i Vitåfors kan ses 200 mm från korsningsspets och in på korsningen, mellan moträl och farräl samt vid moträlens främre ände. Det är svårt att dra några större slutsatser eftersom det endast finns tre besiktningar att analysera. Det som kan ses är att mönstret för slitaget följer de tidigare analyserade växlarna.

### 7.2.5 Samband mellan växlarna

Samband mellan tre av växlarna kan ses, växel 1, 8 och 690, då de visar på tydligt slitage av korsningen i växlarna. Växel 17 i Gammelstad tas inte med i jämförelsen då dess besiktningsvärden ligger inom min- och maxgränsen. Vid de flesta besiktningstillfällena ligger de uppmätta värdena precis på eller under det minsta tillåtna värdet för varje spårväxel, diagram 9 och 10.

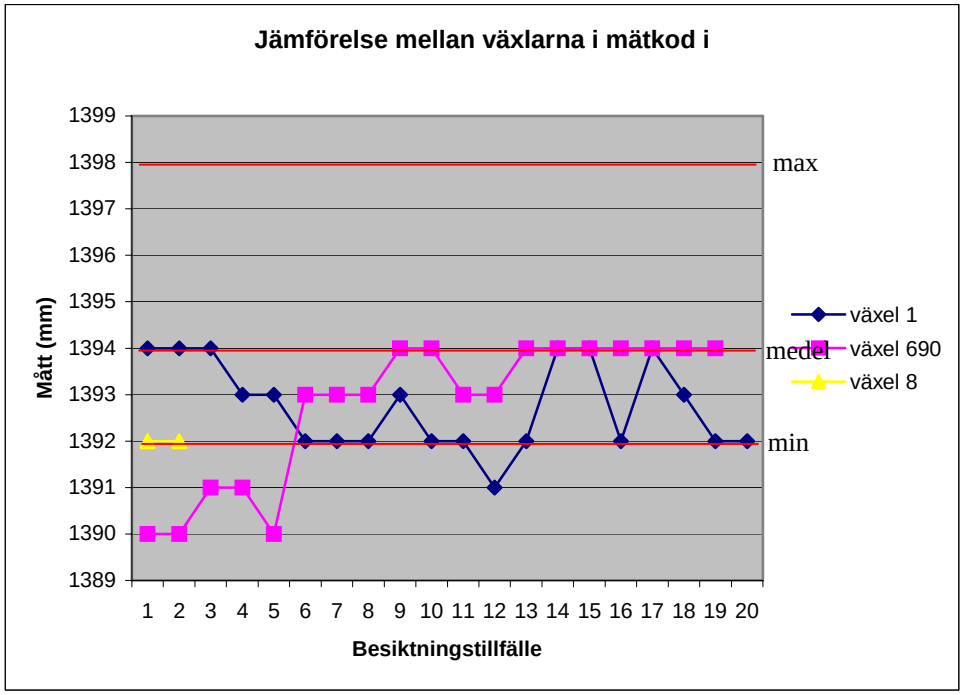



**Diagram 9** *Slitage vid mätkod i, 200 mm från korsningsspets och in på korsning.*

I mätkod *i* kan en jämförelse mellan de olika växlarna göras och den största förslitningen ses för växel 1, diagram 9. Den växeln är dock inte utsatt för den största axeltonslasten eller den högsta hastigheten. Växel 690 som utsätts för en maxhastighet på 80 km/h och en axeltonslast på 30 ton ligger efter besiktningstillfälle fem runt medelgränsvärdet. Vid de fem första besiktningarna ligger dock de uppmätta värdena långt under minvärdet. Vad det beror på har inte framkommit, men kanske att komponenten har bytts ut. Det är svårt att dra några större slutsatser före växel 8 med de få värdena som går att hitta. Det kan dock ses att en förslitning finns i mätpunkten på korsningen då värdena ligger på mingränsen.

I mätkod i1 ser slitaget ut ungefär lika för växel 1 och växel 690, diagram 10. De uppmätta besiktningsvärdena ligger mellan medelvärdet och minsta gränsvärdet. Slitaget ser ungefär lika ut trots att växel 690 utsätts för större axeltonslaster och högre hastigheter. För växel 8 är det svårt att dra några slutsatser men de två värdena som finns visar på ett tydligt slitage.

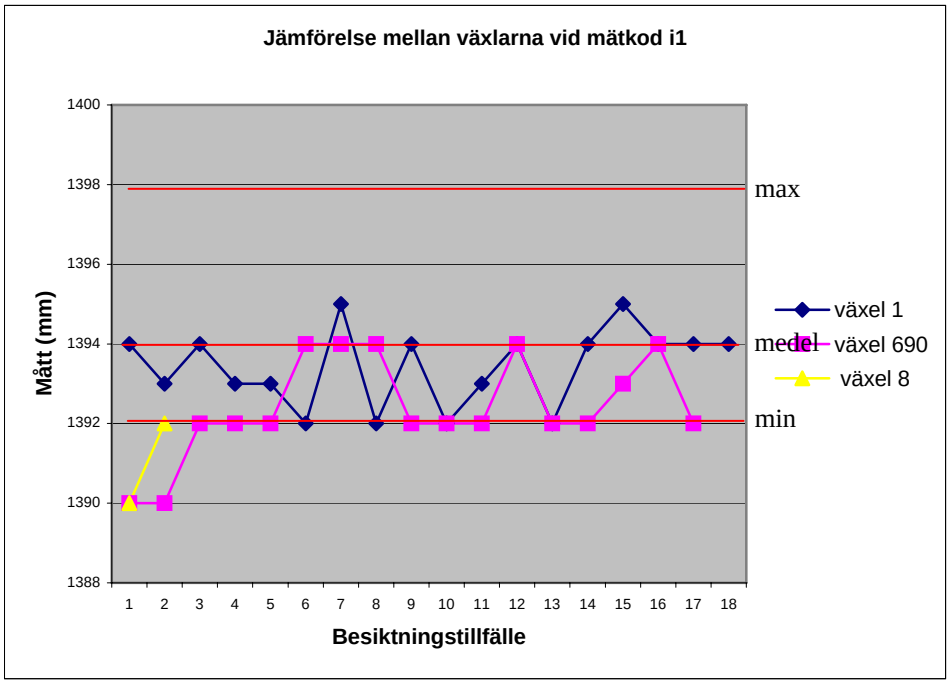



**Diagram 10** *Slitage vid mätkod i1, 200 mm från korsningsspets och in på korsning.*

Ur besiktningsprotopollen och efter samtal med en besiktningsman framkommer det att det största arbetet vid spårväxelunderhåll är påsvetsning av korsningar. Dessa resultat kan även styrkas med de intervjuer och samtal som har genomförts med personalen ute i spåret. Där framkommer det att påsvetsningar av korsningar är en stor del av underhållsarbetet.

För att bekräfta de tidigare analysresultaten utförs analys av ytterligare en växel. Visar resultatet från denna också på liknande förslitningar som på tidigare växlar kan med all säkerhet ett samband ses eftersom de analyserade spårväxlarna är utsatta för olika belastning.

### 7.2.6 Slitage av växel N16

Växeln ligger i Boden och har en maxhastighet för de spårgående fordonen på 40 km/h. Axeltonslasterna som passerar är på 25 ton och inläggningsår kan ej hittas men antas vara 1995.

Säkerhetsbesiktningarna som är utförda på växeln tyder på en förslitning i mätpunkt *d* och *d1*, vid moträlens främre ände, bilaga 5. Mätpunkt *d* som ligger i rakgående spår är nära minsta tillåtna värde, och mätpunkt *d1* som ligger i det sidogående spåret är vid två besiktningstillfällen över den tillåtna maxgränsen, diagram 11.

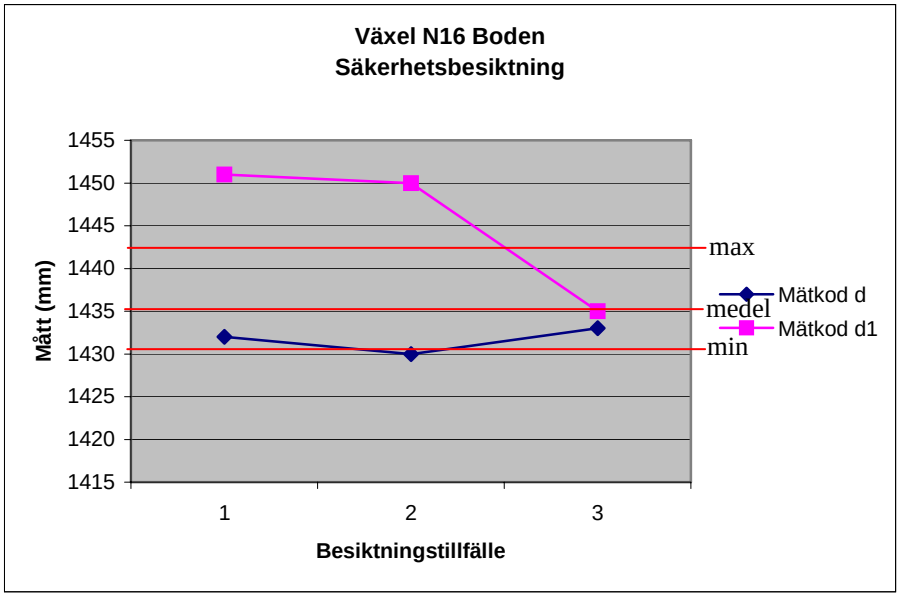



**Diagram 11** *Slitage i mätpunkt d och d1, vid moträlens främre ände.*

På protokollen för underhållsbesiktning kan en förslitning ses i mätpunkterna *i* och *i1*, 200 mm från korsningsspets och in på korsningen, bilaga 5. Mätpunkt *i1* som finns i det sidogående spåret ligger vid 80 procent av fallen runt minsta gränsvärdet. Mätpunkt *i* som finns i det rakgående spåret ligger vid 60 procent av tillfällena runt minsta gränsvärdet, diagram 12.

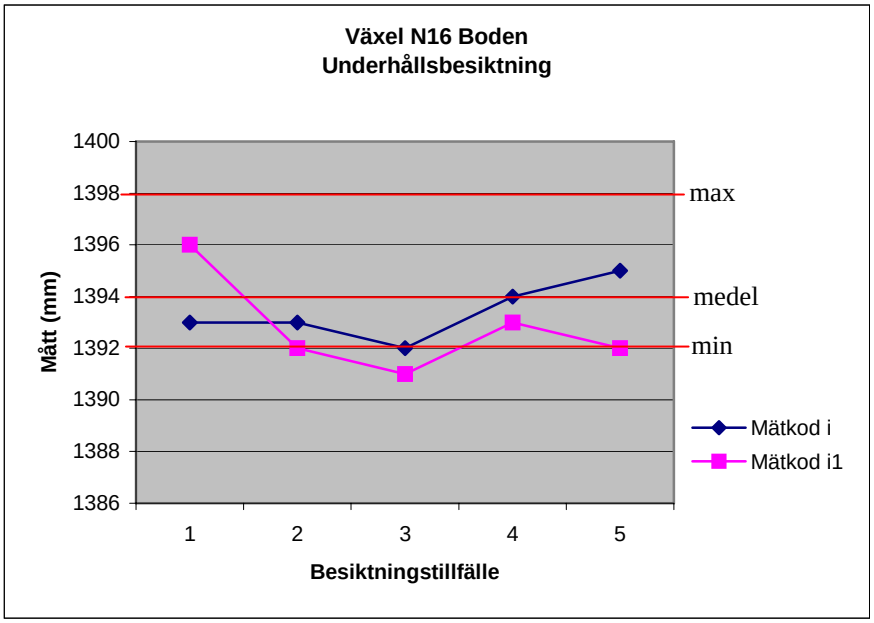



**Diagram 12** *Slitage för måtten i och i1, 200 mm från korsningsspets och in på korsningen.*

Ur protokollen för underhållsbesiktning kan slitage ses på tunganordningen vid samtliga besiktningstillfällen. Det gäller både vänster och höger tunga. Ytterligare noteringar är bland annat lösa bultar vid tungrot, lösa skruvar och muttrar, lösa kilar vid tunganordning, sprickbildning och röta på sliper. Analysen för denna växel förstärker ytterligare att det finns

ett samband över slitaget på de olika komponenterna i spårväxeln oavsett axeltonslast och hastighet.

### 7.2.7 Slutsats

Slutsatsen av denna analys är att ett slitage kan ses på samma komponenter för samtliga växlar. Det verkar inte som att varierande axeltonslaster och hastigheter påverkar vilka komponenter som slits i växeln. Däremot har troligtvis storleken på axeltonslasten och hastigheten betydelse för hur fort komponenterna slits. Ju större axeltonslast och ju högre hastighet tågen har ju fortare kommer komponenten i växeln att slitas.

Det som också verkar ha betydelse är hur ofta tågen passerar genom växeln. Växel 17 i Gammelstad är sällan trafikerad och analysen av besiktningsprotokollen visar på ett litet slitage. Övriga växlar som är mer trafikerade visar på ett mycket större slitage av de olika komponenterna i växeln. Komponenterna kommer då med all säkerhet att slitas fortare ju mer trafikerad spårväxeln är.

Att slitaget är stort vid moträlens främre ände beror på att den utsätts för stora påkänningar, speciellt om den ligger i kurvans innersväng. Slitaget uppkommer när den mitt för liggande mellanrälen och korsningsbenet är sidoslitet. Hjulaxeln är överförd mot ytterrälen och då går hjulets baksida för tidigt mot i inloppet. I värsta fall kan det leda till brott. Det är därför viktigt att inloppet till moträlen inte ger större spårvidd än 1441 mm. Åtgärder vid slitage i mätpunkterna d och d1 är påläggssvetsning och eventuellt byte av komponenten om påsvetsning inte kan utföras.

Vid slitage i mätpunkterna i och i1 sker i vissa fall justering av moträlen. Om förslitningen sitter i moträlen sker ett byte av denna. Det största slitaget 200 mm från korsningsspets och in på korsningen sker om växeln ligger på träslipers och då sker omspikning.

## *7.3 Arbetsbeskrivning*

Personalen som utför växelrevision i Vännäsområdet arbetar oftast i lag om två och två. De är nästan alltid ute nattetid då tågen går mer sällan, speciellt vid påsvetsningar av komponenter i spårväxeln. När de anländer till arbetsplatsen ringer de till driftledningen i Boden för att begära tillträdelse till rälsen. Ibland händer det att väntetiden uppgår till flera timmar innan tillträdelse till spåret fås. Detta kan bero på att kommunikationen med de i Boden inte fungerar optimalt.

### 7.3.1 Påsvetsning av korsningar

Slitage på korsningar uppkommer till följd av den slagverkan som kan uppstå då hjulen rullar över från vingrälen till korsningsspets och tvärtom. Slitage kan även uppstå av stora yttryck som uppkommer då hjulen rullar av respektive på vingrälen. En annan orsak till att korsningen kan ligga lågt i förhållande till farrälerna vid en besiktning är att slipersbädden under korsningen utsätts för stora påkänningar av hjulens slagverkan. I detta fall utförs en justering av korsningens höjdläge.

Vid påsvetsningar av korsningar måste personalen ha tillgång till spåret minst 60 minuter, sammanhängande tid. När klartecken att beträda spåret ges från driftledningen i Boden kortsluter växelrevisionslaget rälsen så att inga tåg kan passera. Efter det sker framplockning och montering av maskiner och verktyg som kommer att vara till användning vid arbetet.

Uppvärmning, avfuktning och urblåsning av de komponenter som ska svetsas utförs. De ska uppnå en temperatur på omkring 50 grader, god handvärmning som det kallas. Sedan sker en uppruggning av ytan samt eventuell slipning av sprickor och ojämnheter. Detta utförs med hjälp av en handslipmaskin. Efter det att förberedelserna är avklarade sker en påkoppling av svetsroboten som används vid arbetet. Om spårsvetsarna är fyra stycken svetsar de en korsning var och eftersom det endast finns en sliprobot måste ett par utföra svetsningen för hand. Svetsningen kan påbörjas och svetsroboten går fram och tillbaka ett antal gånger beroende på hur stort slitaget är. Hela tiden måste inställning och övervakning ske av spårsvetsarna så att svetsningen blir utförd korrekt. Sist av allt slipar de svetsområdet med hjälp av en slipmaskin samt eventuellt finslipning med en handslip.

### 7.3.2 Reparation av tungor

Tungor och stödräler slits genom trafikens inverkan och det gäller framförallt om växeln ligger i en kurva men även om spårväxeln utsätt för stor trafik. Reparation av tungor sker med påsvetsning och det utförs då tungan är så sliten att hjulflänsarna på det spårgående fordonet går mot yttersta tungspetsen och området närmast spetsen är tunnslitet. Innan tungan åtgärdas ska stödrälen kontrolleras och vid behov svetsas på för att skydda tungans spets. Om det finns sprickor i tungans liv eller fot ska den bytas ut. Detta gäller dock inte för alla sorters tungor, vissa får inte påsvetsas utan måste bytas ut direkt.

### 7.3.3 Övriga reparationer

Andra reparationer som utförs är åtdragning och fastsättning av skruvar, muttrar och andra lösa detaljer, slipning av räler, spårriktningar, byten av slipers samt justeringar av spårvidden.

### 7.3.4 Utbyte av komponenter

För att byta ut en komponent ur spårväxeln måste rälen kapas av innan komponenten lyfts upp. Om det är korsningen som ska bytas kapas den på fyra ställen innan den kan lyftas ur. Vid iläggning av en ny korsning svetsas skarvarna med hjälp av metoden termitsvetsning. Metoden bör väljas till skarvfritt spår med hänsyn till produktivitet och kvalitet.

Svetsningen utförs med hjälp av en form som termitblandningen fylls med. När svetsen svalnat några minuter, avskrotas formen och överflödigt stål mejslas bort eller klipps av med en hydralisk avskrotare. Svetsen grovslipas och täcks med en skyddshuv för en långsam avkylning. När svetsen är helt kall utförs en finslipning. Detta innebär svetsning och slipning på ungefär samma sätt som vid påsvetsning av korsningar vilket innebär att de påfrestande arbetsställningar som uppkommer inte kan undvikas.

## *7.4 Arbetsmiljö*

Arbetsmiljön för personalen som utför växelrevision ser ungefär lika ut i hela landet. I detta projekt studeras arbetsmiljön på Balfour Beatty för personalen som utför växelrevision i Vännäs-området. Utan några djupare analyser kan ett stort behov av arbetsmiljöförbättringar ses.

Systematiskt arbetsmiljöarbete för Balfour Beatty bedrivs av en person som sitter i Malmö. Personalen som arbetar med underhållet av spårväxlar har möjlighet att komma med synpunkter och förslag på förändringar. Dessa tas i beaktning av ledning och prövas om det är möjligt. Även om systematiskt arbetsmiljöarbete bedrivs när det gäller växelrevision behöver

en grundlig undersökning utföras och de problem som uppkommer verkligen tas i beaktning och lösas.
Påsvetsningar av korsningar som är den största delen av arbetet och det mest påfrestande arbetet för kroppen kan endast utföras under sommarhalvåret. Det går inte att svetsa när det är minusgrader med dagens arbetsmetoder. Detta leder till att det blir ett ojämnt arbetstempo över året. Arbetet utförs i ett högt tempo på sommaren, men på vintern är arbetstempot lågt. Arbetet sker ofta nattetid och då är ett arbetsskift åtta timmar. För att kunna kartlägga hur personalen påverkas fysiskt och psykosocialt av arbetet utförs en intervju med tre stycken spårsvetsare angående arbetsmiljön ute på arbetsplatsen, bilaga 6.

### 7.4.1 Fysisk arbetsmiljö

Arbetet anses ofta tungt då det sker ett flertal lyft med tunga maskiner in och ut ur bilen samt i markhöjd. Personalen uppskattar att svetsroboten och slipmaskinen väger upp till 60 kg. Ibland måste arbetet avbrytas för att släppa förbi tåg och då lyfts maskinerna av och på spåret. När svetsningen och slipningen sker utvecklas svetsrök och slipdamm som personalen andas in. Det framkommer att de oftast inte använder någon mask för att skydda sig. Under svetsningen och slipningen står ett elverk som finns i arbetsbilen och surrar hela tiden vilket de anställda upplever som buller.

Synförhållandena är inte bra då arbetet ofta utförs nattetid vilket i sin tur leder till påfrestande arbetsställningar för de anställda. Det finns skyddsutrustning att bruka men då personalen upplever att de inte kan röra sig fritt och att arbetet hindras används den inte.

**Arbetsställningar**
När svetsningsarbetet utförs sitter spårsvetsarna direkt på marken, ofta med rygg och nacke både böjd och vriden samtidigt för att kunna se och komma år på bästa sätt, bild 9.



**Bild 9** *Arbetsställningar vid påsvetsning av korsning*

Underarmarna utsätts för stora påfrestningar som vridrörelser, kraftgrepp och obekväma handgrepp. Allt arbete sker på marknivå oftast sittandes på knä, hukande och med ett ben som stödben. Detta leder till att underdelen på kroppen utsätts för stora belastningar.

Speciellt när slipningen utförs sker upprepning av samma arbetsrörelser utanför obekvämt räckavstånd, bild 10. Arbetaren som utför slipningen står med benen på vara sida om rälen och sträcker sig så långt det går för att komma åt hela svetsområdet.

Personal som har utfört växelrevision något eller några år känner alla av problem med rygg och knän. De har många gånger påpekat sin situation men tycker inte att det har hänt speciellt mycket.



**Bild 10** *Slipning av korsning med slipmaskin efter det att påsvetsningen är genomförd.*

### 7.4.2 Psykosocial arbetsmiljö

Personalen som utför växelrevision i Vännäsområdet upplever ofta att de arbetar under tidspress. Tiden de har tillgång till spåret är många gånger knapp och arbetet måste påskyndas för att inte tågtrafiken ska stoppas upp.

Kommunikationen med personalen som styr tågtrafiken vid driftledningen i Boden och ger tillstånd att nyttja spåret upplevs många gånger bristfällig. Växelrevisionslaget ringer om tider när de kommer ut till arbetsplatsen men kan många gånger få vänta flera timmar för att få tillträde till spåret. Ofta finns det utrymme för att få tillgång till rälsen, men då ingen tid ges av driftledningen går mycket tid som skulle kunna ha nyttjats till effektiv arbetstid förlorad.

### 7.4.3 Slutsats

Ett stort behov av arbetsmiljöförbättringar för personalen som utför växelrevision på Balfour Beatty kan ses av denna kartläggning och analys. Både den fysiska och den psykiska arbetsmiljön är bristfällig. De arbetsställningar som personalen har idag vid underhållet av spårväxlarna leder för eller senare till arbetsskador. Personalen upplever att de ofta arbetar under tidspress vilket resulterar i resultatet av spårväxelunderhållet inte blir optimalt. Kommunikationen med driftledningen i Boden fungerar dåligt. Detta leder till en bristfällig psykosocial arbetsmiljö. Systematiskt arbetsmiljöarbete bedrivs men inte tillräckligt mycket.

Det är mycket viktigt att en grundlig kartläggning av arbetsmiljön utförs och att de problem som uppkommer tas i beaktning och åtgärdas. I framtiden kommer järnvägen att trafikeras mer och utsättas för allt tyngre laster. Det kommer att leda till ökat slitage och därmed ökat underhåll. Om ingenting görs åt arbetsmiljön nu kommer det att bli allt sämre arbetsförhållanden och till slut ohållbart.

## *7.5 Ekonomi*

En kartläggning av de kostnader som uppkommer vid underhåll av spårväxlar har utförs. Ett område som studerats ligger i Vitåfors och innefattar 25 stycken växlar. Det andra området behandlar sex olika bandelar med totalt 240 växlar. Den totala kostnaden för samtliga växlar i respektive område delas med antalet växlar. En genomsnittlig underhållskostnad för varje enskild växel kan då räknas ut.

### 7.5.1 MTAB, Vitåfors

I området Vitåfors som MTAB ansvarar över finns det 25 stycken spårväxlar. Den totala kostnaden för dessa per år är 423 000 kronor. Samtliga kostnader som uppkommer runt växelunderhållet är medräknade. Uppgifterna är baserade på 2007 års prognos. Den totala kostnaden per växel och år är:

Total kostnad/Antalet växlar ⇒ 423 000/25 = 16 920 kronor/år

### 7.5.2 Banverket

Banverkets kostnader för växelunderhåll är uppdelade på arbetskostnader och materialkostnader. Uppgifterna behandlar sex stycken olika bandelar med totalt 240 växlar.

År 2004 gjordes systemen för växelrevisionskostnader om hos Banverket, vilket innebär att fördelningen mellan personal- och materialkostnader inte kan utskiljas från och med år 2004. Kostnadsuppgifterna är därför baserade på 2003 års resultat och följer nedan:

Bandel
111: Arbetskostnad ⇒ 2 373 107 kronor
Materialkostnad ⇒ 2 009 525 kronor
Antal växlar ⇒ 55 stycken

Den genomsnittliga kostnaden per växel för bandel 111 är 79 684 kronor.

112: Arbetskostnad ⇒ 891 989 kronor
Materialkostnad ⇒ 500 716 kronor
Antal växlar ⇒ 42 stycken

Den genomsnittliga kostnaden per växel för bandel 112 är 33 160 kronor.

113: Arbetskostnad ⇒ 912 440 kronor
Materialkostnad ⇒ 462 000 kronor
Antal växlar ⇒ 40 stycken

Den genomsnittliga kostnaden per växel för bandel 113 är 34 361 kronor.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 114: | Arbetskostnad | ⇨ | 208 189 kronor |
| | Materialkostnad | ⇨ | 145 000 kronor |
| | Antal växlar | ⇨ | 39 stycken |

Den genomsnittliga kostnaden per växel för bandel 114 är 9 056 kronor.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 116: | Arbetskostnad | ⇨ | 40 790 kronor |
| | Antal växlar | ⇨ | 3 stycken |

Den genomsnittliga kostnaden per växel för bandel 116 är 13 600 kronor. Det finns ingen materialkostnad på bandel 116 eftersom inget material har bytts ut på denna sträcka.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 118: | Arbetskostnad | ⇨ | 734 883 kronor |
| | Materialkostnad | ⇨ | 559 000 kronor |
| | Antal växlar | ⇨ | 61 stycken |

Den genomsnittliga kostnaden per växel för bandel 118 är 21 211 kronor.

| | | |
|---|---|---|
| Den totala arbetskostnaden för samtliga banområden | ⇨ | 5 161 398 kronor |
| Den totala materialkostnaden för samtliga banområden | ⇨ | 3 820 341 kronor |
| Den totala växelrevisionskostnaden för samtliga banområden | ⇨ | 8 981 739 kronor |
| Total kostnad/Antalet växlar | ⇨ | 8 981 739/240 = 37 424 kronor år 2003. |

Den genomsnittliga underhållskostnaden under åren 1994 – 1999 för alla spårväxlar i järnvägsnätet är 184,6 miljoner kronor/år. Det finns ca 11200 spårväxlar inlagda i Sveriges järnvägsnät, och det resulterar i att den genomsnittliga kostnaden för varje spårväxel är 16 400 kronor/år (väg- och transportforskningsinstitutet). En jämförelse av underhållskostnaden per växel utförs mellan alla Sveriges spårväxlar och de områdena som studerats i detta projekt, diagram 13.

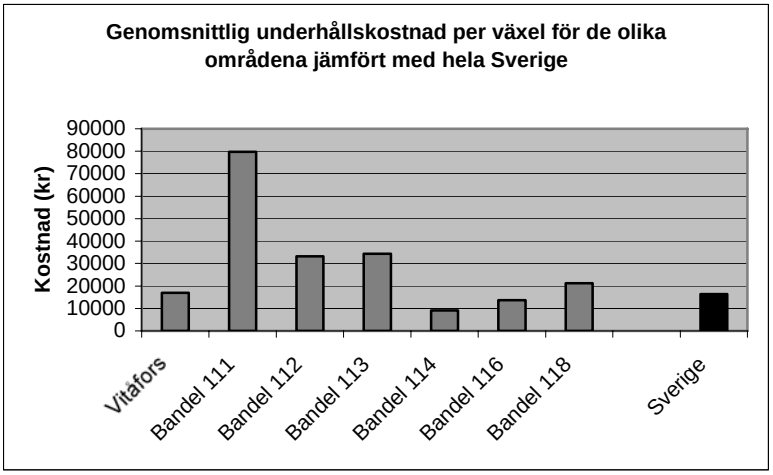



**Diagram 13** *Underhållskostnad per växel för hela Sverige och vissa områden.*

MTAB har en bra underhållskostnad idag jämfört med snittet för hela Sverige. Hos Banverket visar en bandel på mycket stora underhållskostnader i jämförelse med genomsnittet för alla Sveriges spårväxlar. Detta beror på att det passerar 32 tåg per dygn på bandel 111 medan det på till exempel bandel 116 endast passerar åtta stycken tåg per dygn. Skillnaderna på underhållskostnaderna för en spårväxel beror på anläggningens ålder, trafikbelastning och antal tåg som passerar.

### 7.5.3 Arbetskostnader i tid

Efter samtal med personalen som utför växelrevisionen hos Balfour Beatty framkommer det att väntetiderna för att få tillgång till spåret när svetsarbeten ska utföras i snitt ligger runt fyra timmar. Restiderna kan vara allt från 10 minuter till 1,5 timmar enkel väg. Ett helt arbetsskift är åtta timmar inklusive restider vilket resulterar att i extremfall blir effektiv arbetstid en timma, diagram 14. Om väntetiden minskar till två timmar och restiden till 20 min blir effektiv arbetstid fem timmar och 40 minuter vilket är betydligt bättre. Dessa siffror visar på att arbetskostnaderna för att underhålla en spårväxel skulle kunna minskas avsevärt om alternativa underhållsmetoder kan införas.

Dessa tider är baserade på Balfour Beattys växelrevision, för MTAB är det inte lika extremt. Där är väntetiderna inte lika stora vilket tyder på att planeringen av spårväxelunderhållet är bättre hos MTAB än hos Balfour Beatty. Spårväxlarna i Kiruna ligger inom ett mindre område än hos Balfour Beatty vilket gör att också restider är mindre.

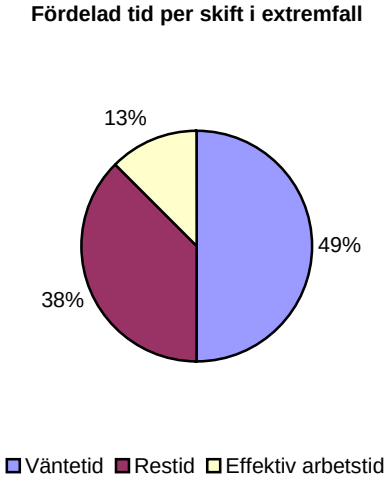



**Diagram 14** *Visar hur tid för ett åtta timmars skift vid spårväxelunderhåll kan vara fördelad i extremfall.*

### 7.5.4 Slutsats

Kartläggningen och analysen av ekonomin för underhållet av spårväxlar visar att brister i kommunikationen mellan personalen som utför växelrevision och driftledningen i Boden leder till ökade arbetskostnader. Om en planering av arbetet kan upprättas i förväg och en bättre kommunikation mellan parterna kan skapas skulle väntetiden minska och den effektiva arbetstiden öka. Som det ser ut idag för Balfour Beatty tar växelrevisionen onödigt mycket tid.

Eftersom växelrevisionen endast har studerats hos Balfour Beatty är det svårt att säga hur det ser ut för MTAB. Men efter samtal med tekniker för järnvägsanläggningarna hos MTAB framkommer det att planeringen för underhållet av spårväxlarna fungerar bra.

# *8 Framtidsbeskrivning och - analys*

Under de senaste åren har världens produktion av stål ökat kraftigt. Kina är den drivande kraften i utvecklingen och efterfrågan förväntas fortsätta vara stark. LKAB kan dra fördel av sin närhet och styrka på Europamarknaden när konkurrenterna har ökat sina leveranser till Asien. För att öka företagets produktionskapacitet genomförs ett omfattande investeringsprogram för cirka 11 miljarder kronor.

Kapaciteten på järnvägarna måste höjas då tågtrafiken kommer att köra med ökade axeltonslaster och kortare omloppstider. Spårväxlarna kommer att utsättas för ökat slitage. Omloppstiderna för tågen kommer att minska och då kommer även tiden för underhållet av spårväxlarna att minska. Som det ser ut idag är det nog svårt att få tider för att utföra växelrevisionen. Om det i framtiden kommer att bli ännu svårare att få revisionstider samtidigt som slitaget kommer att öka leder det till att dagens underhållsmetoder blir ohållbara.

Ett alternativ är att utföra någon form av utbytessystem för de komponenter som slits mest och på så sätt kunna effektivisera tiden för reparationer av spårväxlar på rälsen.

# *9 Kravspecifikation*

*Kravspecifikationen är utformad utifrån kartläggningen av nuläge och framtid samt teoriavsnittet. Kraven ska stämma överens med målen i projektet och kommer att användas vid det senare lösningsarbetet. De uppsatta kraven behandlar i första hand arbetsmiljön och de kapacitetskrav som finns gällande spårväxlarna och produktionen.*

**Kapacitetskrav gällande spårväxlarna**

- Spårväxlarna ska hålla för en ökning till 30 tons axellast.
- Komponenterna på spårväxeln ska ha ökad slitageförmåga då tågtrafiken kommer att öka i framtiden.

**Kapacitetskrav gällande produktionen**

- Väntetider för att få tillgång till spåret ska undvikas i största möjliga mån.
- De resekostnader och restider som uppkommer varje skift ska om möjligt minskas.
- Arbetstempot ska fördelas jämt över hela året.

**Ekonomi**

- De förändringsförslag av spårväxelunderhållet som uppkommer i detta projekt ska leda till ökade ekonomiska vinster.
- Arbetskostnader ska minskas då en stor del av dessa utgörs av väntetider och restider.
- Restider och -kostnader ska om möjligt minskas.

**Fysisk arbetsmiljö**

Den fysiska arbetsmiljön ska vara anpassad efter arbetsmiljöverkets riktlinjer. Nedan visas mer detaljerade krav.

- Arbetshöjden vid svets- och sliparbete ska vara tillfredställande.
- Förflyttning av tunga föremål som utförs manuellt ska undvikas.
- Arbetsställningar där kroppen utsätts för stora påfrestningar ska undvikas.
- Ventilation ska finnas så att inte inandning av farliga ämnen sker.
- Tillfredställande ljusförhållanden ska finnas så inte arbetsställningar påverkas till det negativa.
- Maskiner som ger ifrån sig buller ska om möjligt isoleras från arbetarna.

**Psykosocial arbetsmiljö**
Den psykosociala arbetsmiljön ska vara anpassad efter arbetsmiljöverkets riktlinjer. Nedan visas mer detaljerade krav.

- Det ska finnas en tydlig och väl fungerande kommunikation mellan spårsvetsare och de som styr tågtrafiken i Boden.
- Varierande arbetsuppgifter och arbetsinnehåll i största möjliga mån.
- Arbete under stress ska i största möjliga mån undvikas.
- Ett mycket **viktigt** krav är att tågtrafiken inte får hindras, utan växelrevisionen måste utföras mellan det att tågen passerar.

De satta kraven ska fungera som utvärderingsfaktorer i det kommande lösningsarbetet. En värderingsmatris kommer att upprättas där arbetsmiljö och kapacitet behandlas. Ekonomin som har en stor betydelse i framtagandet av kommande lösningsförslag behandlas som ett eget avsnitt utanför värderingsmatrisen.

# 10 Lösningsförslag

*I detta avsnitt tas olika lösningsförslag upp och en jämförelse mellan dessa genomförs för att hitta det mest ekonomiskt och arbetsmiljömässigt lönsamma alternativet till underhåll av spårväxlar. Lösningarna ska om möjligt i första hand leda till förbättrad ekonomi. Det är även av mycket stor vikt att lösningsförslagen leder till en bättre arbetsmiljö.*

Det finns mycket att se över när det gäller underhållet av spårväxlar. Att det måste genomföras en förändring är konstaterat. Även om en förändring innebär stora satsningar ekonomiskt i dagsläget kommer det att löna sig på lång sikt. Att arbetsmiljön leder till en förbättring innebär att personalen kan arbeta en längre tid av sina yrkessamma år med växelrevision. Kostnader som uppkommer för sjukskrivningar och nyutbildning av personal kan minskas.

## 10.1 Analys av slitage

Vid analysen av slitaget på spårväxlarna finns det noggrant dataregistrerade uppgifter hos Banverket. MTAB har däremot inte något system där slitaget på spårväxlarna kan studeras på ett enkelt sätt. Det finns på vissa besiktningsrapporter inte ens ett datum när besiktningen är utförd hos MTAB. För att kunna analysera slitaget, följa upp hur det ser ut idag och kunna gå tillbaka i tiden för att se vad som är utfört är det viktigt att det finns ordentliga dataregistrerade besiktningsprotokoll över varje växel och besiktningstillfälle.

Analysen av slitaget på spårväxlarna har visat att det finns ett samband över vilka komponenter som slits mest. Det finns då underlag för ett utbytessystem av de mest utsatta komponenterna.

## 10.2 Verkstad för underhåll (Alternativ A)

Alternativ A innebär att ett utbyte av de slitna komponenterna sker och underhållet av dessa sker i en verkstad. Utbytet skulle fungera på så sätt att det finns ett lager med reservdelar för de komponenter i spårväxeln som utsätts för störst slitage. Komponenten som är sliten kapas bort från växeln och en ny eller nyrenoverad läggs i. Den nya komponenten måste dock svetsas samman med resten av spårväxeln vilket medför att det inte går att komma bort helt från svetsarbetena.

Utförs växelrevisionen till exempel i en verkstad medför det att reparationsarbetena kan utföras på ett grundligare sätt. En mycket betydelsefull aspekt är att personalen som svetsar och slipar de olika komponenterna utsätts inte för någon form av tidspress samt att avsvalningsprocessen av svetsen kan kontrolleras på ett annat sätt än ute i spåret. Detta leder till att påsvetsningen av komponenten blir starkare och håller längre när den läggs i spåret igen. Växelrevision behöver då inte utföras lika ofta som tidigare.

Som tidigare nämnts fungerar kommunikationen med driftledningen i Boden för att få tillgång till spåret bristfälligt. Detta problem kommer att uppstå även vid ett utbyte av komponenter då det fungerar på samma sätt som vid reparation. Personalen måste fortfarande be om tillgång

till spåret för att kunna utföra ett komponentbyte. Detta innebär att kommunikationen måste förbättras och planering av kommande arbeten måste utföras i god tid så att det redan är klart med tider innan personalen kommer till arbetsplatsen. Planeringen av arbeten ska utföras i god tid och dokumenteras så att all berörd personal kan se vad som ska utföras och när det ska

uträttas. På så sätt kommer väntetider att minskas för personalen och den effektiva arbetstiden kommer att öka.

### 10.2.1 Arbetsmiljö

Arbetsmiljön för spårsvetsarna kommer att förbättras betydligt om arbetet med spårväxelunderhåll kan utföras i en verkstad istället för direkt i spåret. I en verkstad kan de olika komponenterna lyftas upp och arbetet kommer att kunna utföras i stå eller sitthöjd. Komponenten som ska renoveras kan vinklas för åtkomst på bästa möjliga sätt. Tunga lyft som idag sker manuellt kan utföras med hjälp av traverser eller liknade lyftteknik. Belysningen kommer att kunna kontrolleras och ställas in efter bästa synförmåga. Bullret som uppkommer från elgeneratorn när revisionen utförs ute i spåret kommer att kunna isoleras från personalen. Eftersom arbetet nu kan utföras året runt, även vintertid kommer arbetstempot att jämnas ut och stressen minska. Om en planering kan upprättas och kommunikationen förbättras kommer frustrationen över att inte få tillgång till spåret att minska.

Personalen som utför underhållet kommer med detta att få en bättre psykisk samt psykosocial arbetsmiljö då deras arbetssituation förbättras avsevärt.

### 10.2.2 Ekonomi

Vid ett utbytessystem av komponenter kan personalkostnaderna minskas då en stor del av den väntetid som uppkommer ute i spåret idag försvinner om kommunikationen fungerar och revisionen sker i en verkstad. Den komponent som ska renoveras måste dock bytas ut mot en ny eller nyrenoverad. Därför kommer arbetet som sker i spåret inte helt kunna tas bort. Enligt uppfattningarna efter samtal med växelrevisionspersonal tar det ändå inte lika lång tid att byta ut en komponent som att renovera den. Det beror förstås på i vilken omfattning slitaget är. Den effektiva arbetstiden för att byta ut en komponent uppskattas till fem timmar. Om kommunikationen med styrcentralen i Boden och en arbetsplanering upprättas borde bytet kunna utföras relativt snabbt.

Idag är restiden för att komma till den spårväxel som ska underhållas allt från 10 minuter till 1,5 timmar enkel väg. Alltid hinner inte en växel blir klar på ett skift vilket innebär att resan till aktuell växel upprepas ett flertal gånger. Om komponenten istället byts ut kan restider och reskostnader minskas då bytes skulle kunna utföras på ett skift. Även detta förutsätter att kommunikationen med styrningscentralen i Boden fungerar.

Däremot kommer fraktkostnader uppstå för att frakta komponenterna till en verkstad eller liknande. Att upprätta en växelrevisionsverkstad kommer också att medföra kostnader som, lokalkostnader, lagerkostnader, m.m.

**Fördelar med alternativ A:**

- Arbetsmiljön förbättras avsevärt.
- Arbetstempot fördelas jämt över året.
- Kapaciteten på spårväxlarna förbättras.
- Väntetider kommer att minska förutsett att kommunikationen förbättras.
- Restider kommer att minska.

**Nackdelar med alternativ A:**

- Svetsarbetet försvinner inte helt
- Lokalkostnader och fraktkostnader uppstår.

## *10.3 Maskin som utför bytet av komponenter (Alternativ B)*

Alternativ B innebär att en maskin kopplas på spåret och utför bytet av aktuell komponent. I England finns det en sådan maskin. Den åker fram på spåret, plockar upp en komponent och lägger dit en ny. Denna metod resulterar i att det manuella arbetet med svetsning och slipning helt kan undvikas ute i spåret. Denna metod är exemplarisk om man ser till arbetsmiljön för personalen. Efter att komponenten är upptagen från spåret kasseras den, de har alltså ingen form av revision på de komponenterna. Det tar också mycket lång tid att utföra arbetet med maskinen och det är invecklat att få maskinen på rälsen och fram till spårväxeln. I framtiden när omloppstider för tågtrafiken kommer att minska finns det inte möjlighet att ha en maskin på spåret en längre tid. En sådan maskin går inte att lyfta bort från spåret för att släppa förbi ett tåg. Problemet med denna metod är den är mycket kostsam. I England tas inte hänsyn till ekonomin på samma sätt som i Sverige.

### 10.3.1 Arbetsmiljö

Arbetsmiljön för spårsvetsarna förbättras då svets och sliparbetet ute i spåret helt undviks. Som i första alternativet kommer revisionsarbetet sedan att ske i en verkstad där arbetsmiljön kan anpassas efter individen på bästa sätt.

### 10.3.2 Ekonomi

Komponenten måste ändå renoveras i eventuellt en verkstad så kostnaderna för denna metod rörande fraktkostnader, lokal- och lagerkostnader blir de samma. En maskin som utför bytet av komponenterna kommer att resultera i en dyr investering. Bytet av komponenten tar lång tid vilket också leder till stora ekonomiska kostnader.

**Fördelar med alternativ B:**

- Arbetstempot fördelas jämt över året.
- Kapaciteten på spårväxlarna förbättras.
- Arbetsmiljön förbättras avsevärt.

**Nackdelar med alternativ B:**

- Det tar lång tid för maskinen att utföra bytet vilket leder till att tågtrafiken måste stoppas.
- Svårt att få maskinen på rälsen.
- Kostnader för maskinen som utför bytet uppkommer.
- Lokalkostnader och fraktkostnader uppstår.

## *10.4 Maskin som utför allt spårväxelunderhåll (Alternativ C)*

Alternativ C innebär att i framtiden konstruera en maskin som helt sköter underhållet av spårväxeln. Då kan det manuella arbetet med svetsning ute i spåret undvikas helt och dessutom uppstår inga fraktkostnader, lokal- samt lagerkostnader som uppkommer vid de två tidigare nämnda alternativen. Maskinen kopplas på spåret och läser av hur skicket i växeln ser ut samt vad som behöver åtgärdas. Efter avläsningen utförs revisionen på plats av maskinen. Detta förutsätter att tågtrafiken stoppas där arbetet sker. Som i föregående alternativ kan detta

alternativ inte ta hänsyn till de ekonomiska kostnaderna. Det kommer förmodligen också att ta lång tid och vara svårt att få maskinen på spåret och fram till komponenten. Tågtrafiken måste förmodligen stoppas då arbetet utförs vilket inte är möjligt.

### 10.4.1 Arbetsmiljö

Denna metod för underhåll av spårväxlar är definitivt den bästa ur arbetsmiljösynpunkt då inget manuellt arbete måste utföras. Personalens arbetsuppgifter kommer att gå ut på övervakning av maskinen och eventuellt efterkontroll så att det inte uppkommer några fel vid det automatiska underhållet.

### 10.4.2 Ekonomi

Hur ekonomin ser ut för denna metod är svår att uppskatta. Kostnaderna för investeringen av maskinen kommer förmodligen att bli höga. Personalkostnaderna kommer att minska då färre personer behövs i arbetet. Lokal- och lagerkostnader kommer att bli små. En komponent håller dock inte hur länge som helst vilket medför att den måste bytas ut förr eller senare.

**Fördelar med alternativ C:**

- Inga lokal- och lagerkostnader uppkommer.
- Arbetsmiljön förbättras

**Nackdelar med alternativ C:**

- En sådan maskin måste konstrueras.
- Kostsamt att byta ut komponenten då den är slut.
- Svårt att få fram maskinen till spårväxeln.
- Stora ekonomiska kostnader för maskinen uppkommer.
- Det kommer att ta lång tid att utföra arbetet vilket leder till att tågtrafiken måste stoppas.

## *10.5 Värderingsschema*

En värderingsmatris tas fram med värderingsfaktorer baserade på kravspecifikationen. De olika förbättringsförslagen ska uppfylla värderingsfaktorerna på bästa tänkbara sätt. Faktorerna viktas sedan mot varandra. Kraven innefattar inte alla aspekter utan fokuserar på *kapacitetskrav*, samt *fysisk* och *psykosocial arbetsmiljö.* Ekonomin tas inte med i denna värderingsmatris utan behandlas i ett eget avsnitt.

| **Utvärderingsfaktorer** | **Vikt (1-3)** | **Värdering/Poäng (1-5)** **A** | **B** | **C** | Kommentar |
|---|---|---|---|---|---|
| *Kapacitet gällande spårväxlarna* | 3 | 5 15 | 5 15 | 5 15 | |
| *Kapacitet gällande produktion* | | | | | |
| - Väntetider ska undvikas i största möjliga mån | 2 | 5 10 | 5 10 | 5 10 | Förutsätter att kommunikationen fungerar |
| - Restider och resekostnader ska minskas | 1 | 4 4 | 4 4 | 4 4 | |
| - Jämt arbetstempo över året | 1 | 5 5 | 5 5 | 3 3 | |
| *Fysisk arbetsmiljö* | 3 | 3 9 | 4 12 | 5 15 | |
| *Psykosocial arbetsmiljö* | | | | | |
| - Varierande arbetsuppgifter | 2 | 5 10 | 5 10 | 3 6 | Arbetsuppgifterna i alternativ C varierar inte. |
| - Undvika stress | 3 | 4 12 | 4 12 | 4 12 | |
| *Tågtrafiken får inte hindras* | 3 | 5 15 | 1 3 | 1 3 | |
| SUMMA: | | 80 | 71 | 68 | |

**Tabell 2** *Värderingsmatris innehållande krav som kapacitet och arbetsmiljö. Skala 1–5 där ett är lägst och fem är högst.*

Alternativ A får högst poäng. Värderingsmatrisen visar på att arbetsmiljön och kapacitetskraven för de olika alternativen är relativt likvärdiga. Arbetsmiljön och kapaciteten är därför inte avgörande för vilket alternativ som är det bästa. Däremot att tågtrafiken inte får hindras är väldigt avgörande för vilket alternativ som ska utredas vidare.

## *10.6 Ekonomiskt perspektiv*

Ur ekonomisk synvinkel är alternativ B och C de mest kostsamma. Ett framtagande av sådana maskiner om det är möjligt kommer att vara en stor ekonomisk investering och en lång process innan de kan tas i bruk. För att kunna utföra revisionen i alternativ B och C måste tågtrafiken stoppas. Detta är inte möjligt att genomföra. Det skulle även medföra stora förseningar för tågtrafiken vilket inte skulle fungera. I England där alternativ B används får Balfour Beatty Rail betala för varje minut tågtrafiken blir försenad. I Sverige finns det tyvärr inte samma ekonomiska förutsättningar som i England. Det kan då konstateras att alternativ B och C kan uteslutas eftersom det inte är möjligt att hindra tågtrafiken.

Nackdelarna med alternativ A är att de manuella svetsarbetena inte försvinner helt samt att kostnader för lokaler och frakter uppkommer. Svetsarbetena som måste utföras vid byte av en komponent kan alltid förbättras med ergonomiska hjälpmedel som leder till bättre arbetsställningar för personalen. Det är konstaterat att en förändring av spårväxelunderhållet måste genomföras i framtiden och det leder till ekonomiska kostnader hur man än gör.

## *10.7 Slutsats*

Redan idag är slitaget stort på vissa komponenter i spårväxeln, speciellt i korsningen. När axeltonslasterna och tågtrafiken kommer att öka är det därför viktigt att utföra underhållet på andra sätt än idag. Underhållet av spårväxlarna kommer att öka samtidigt som tillgången till spåret kommer att minska. Det är då viktigt att ha en bra planering av underhållet samt en tillfredsställande arbetsmiljö för personalen som utför underhållet. Mer noggrant underhåll är viktigt så att komponenterna i spårväxeln håller för det ökade slitaget som i framtiden kommer uppstå.

Att det finns samband över slitaget på komponenterna i spårväxeln är i denna förundersökning konstaterat, så ett utbytessystem är en bra lösning på framtida förändringar. Det är nu viktigt för berörda parter att gå vidare med denna undersökning och hitta de bästa lösningarna på hur detta ska genomföras.

I detta projekt framkommer det att alternativ A där underhållet av komponenterna sker i en verkstad är det bästa alternativet i dagsläget. Alternativ B och C är inte möjliga att genomföra då tågtrafiken måste stoppas. Dessa alternativ är även mer kostsamma än alternativ A.

Arbetsmiljöförbättringar är viktigt att redan nu göra något åt. Det finns utbildningar i riskerna med manuellt arbete, lyftteknik samt förflyttningsteknik. Att införskaffa enkla hjälpmedel för tunga lyft och förbättring av arbetsställningar vid svetsning och slipning kan utföras redan idag.

Genom att förbättra planeringen vid växelrevision hos Balfour Beatty kommer arbetskostnaderna förmodligen att minska. Tiderna för tillgång till rälsen ska vara bestämda innan växelrevisionslaget kommer till arbetsplatsen. Denna åtgärd kan genomföras på ett enkelt sätt redan idag.

# 11 Diskussion

*I detta kapitel diskuteras mål och syfte, den metod som används i projektet, resultatet av förundersökningen samt de eventuella felkällorna som kan finnas i arbetet.*

På grund av förändrade trafikbetingelser, högre hastigheter och större axellaster samt krav på starkare konstruktioner som kräver mindre underhåll förändras spårväxlarna ständigt. Innan underhållet av spårväxlarna kan förbättras är det viktigt att studera hur de ser ut i dagsläget. Jag har fått uppgiften att kartlägga slitaget av spårväxlarna samt att undersöka hur dagens underhållskostnader ser ut. En viktig del som också undersöks är hur arbetssituationen för personalen som utför revisionen ser ut idag.

## 11.1 Metod

Eftersom underhåll av spårväxlar är ett obekant område för mig sedan tidigare utfördes tidigt i projektet ett besök ute i spåret där arbetet med växelrevision kunde studeras. Detta gav en övergripande inblick i hur underhållet av spårväxlar ser ut idag. Ytterligare ett besök i spåret utfördes där samtal med personalen var viktigt för den fortsatta undersökningen. Utifrån deras uppfattning av arbetssituationen samt mina egna reflektioner kunde en noggrann kartläggning och analys av nuläget utföras.

Under projektets gång har intervjuer och samtal med personalen varit till stor hjälp. Ibland har personalen ute i spåret och de som sitter på kontor haft olika uppfattningar om en del saker. Därför har uppgifterna kontrollerats ett flertal gånger vilket har lett till att kartläggningen av nuläget stämmer från båda hållen.

Tidsplanen som sattes upp för projektet har kunnat följas på ett relativt bra sätt. Ibland har det tagit tid att få fram data vilket lett till att en del mål dragit ut på tiden. Under tiden har dock litteraturstudier utförs och teori har kunnat skrivas. Sluttiden för projektet har därför inte blivit framflyttat utan hållits inom de uppsatta ramarna.

En halvtidsredovisning med berörda parter på MTAB i Kiruna utfördes. Detta var bra eftersom jag då fått feedback och varit säker på att jag har varit inne på rätt spår.

## 11.2 Resultat

Den största fokusen i detta projekt har varit att kartlägga nuläget av spårväxelunderhållet. Det har varit viktigt att utföra en analys över slitaget av spårväxlarna, kartlägga ekonomin samt att studera arbetsmiljön i dagsläget så noggrant som möjligt. Detta för att berörda parter ska kunna gå vidare med undersökningen och ta fram alternativa underhållsmetoder som är mer ergonomiska och ekonomiska i framtiden.

Ett av målen var att ta fram en ekonomisk kalkyl för framtiden. Det har kunnat utföras som en beskrivning i ord där flera av alternativen är uppskattade. Att upprätta en ekonomisk kalkyl för framtiden i siffror har varit möjligt.

Redan i början av projektet diskuterades om det eventuellt skulle fungera med ett utbytessystem av komponenterna i spårväxeln och att de sedan skulle underhållas i en verkstadslokal. Under arbetets gång har det framkommit att det är den bästa lösningen även om det uppkommer fraktkostnader när komponenterna ska flyttas till en verkstad men även stora kostnader för lokaler och lager. Arbetsmiljön för personalen som utför underhållet

kommer att förbättras men det går inte helt att komma bort från den svetsning och slipning som det är problem med idag.

Det återstår att arbeta vidare på detta lösningsförslag som jag har givit och studera i detalj om det är möjligt att genomföra. Samt att undersöka vilket av dessa alternativ som är det mest ekonomiskt och mest arbetsmiljömässigt lönsamma.

## *11.3 Projektutvärdering*

Projektet har varit väldigt intressant och lärorikt. Jag har blivit insatt i ett helt nytt område som jag inte varit i kontakt med tidigare. Det som jag kunnat se är att det finns otroligt mycket att arbeta med inom järnvägsbranschen, dels med att förbättra arbetsmiljön för personalen men också med att effektivisera produktionen och hitta på nya underhållsmetoder än de som finns idag.

Den förundersökning som utförts under projektets gång anser jag vara en bra grund att arbeta vidare på för berörda parter. Nya alternativ till underhåll kan utvecklas och jämföras med hur det ser ut i dagsläget.

# *12 Rekommendation*

*Nedan ges de rekommendationer som finns om fortsatt arbete för underhåll av spårväxlar. Resultatet och diskussionen ligger till grund för rekommendationerna.*

Mina rekommendationer till samtliga berörda parter är att utreda alternativ A vidare, där underhållet av spårväxlar sker i en verkstad. Detta lösningsalternativ är det bästa ur ekonomiskt perspektiv men även ett bra alternativ ur arbetsmiljösynpunkt.

För MTAB är det i första hand viktigt att upprätta någon form av datasystem där besiktningsrapporter och underhållsåtgärder kan redovisas på ett lättöverskådligt sätt.

För Balfour Beatty är det i första hand viktigt att lösa kommunikationsproblemen med driftledningen i Boden. Genom att upprätta en planering för hur underhållet ska utföras och ansöka om tillgång till rälsen innan skiftet börjar kommer väntetider att minska och den effektiva arbetstiden att öka. Detta kommer troligen att leda till minskade arbetskostnader för företaget.

I väntan på att alternativ A är undersökt och eventuellt genomfört är det viktigt att utföra en förbättring av arbetsmiljön för de anställda redan nu. Enkla hjälpmedel som kan användas vid förflyttning av tunga maskiner och förbättringar av arbetsställningar vid svets och sliparbete borde införas. Detta kommer att leda till att personalen får en mer trivsam arbetsmiljö i väntan på större förändringar.

# *Referenser*

## Litteratur

Ranhagen, Ulf (1995), *Att arbeta i projekt – om planering och projektering inför större förändringar,* Novum Grafiska AB, Göteborg

SFO (1987), *Mänsklig miljö – lönande investering,* SFO: s skriftserie, Stockholm

## Elektroniska dokument

Arbetsmiljö och ekonomi, *Arbetsmiljöns ekonomiska betydelse i nordisk arbetsmiljöpolitik och tillsyn*, 2008-01-22
http://www.nyt-om-arbejdsliv.dk/2omtale.aspx?itemID=845

Arbetsmiljö och hälsa för kommuner och landsting, 2007-11-30
http://www.suntliv.nu/AFATemplates/Page.aspx?id=521

Arbetsmiljöverkets författningssamling, *Systematiskt arbetsmiljöarbete,* AFS 2001:1, 2007-10-29
http://www.av.se/dokument/afs/AFS2001_01.pdf

Arbetsmiljöverkets författningssamling, *Belastningsergonomi,* AFS 1998:1, 2007-10-29
http://www.av.se/dokument/afs/AFS1998_01.pdf

Arbetsmiljöupplysningen, *Trivsel och arbetsglädje*, 2008-01-22
http://www.arbetsmiljoupplysningen.se/AFATemplates/FocusTextPage____9424.aspx

Arbetsmiljöverket, 2007-11-30
http://www.av.se/teman/ergonomi/

Balfour Beatty Rail AB, 2007-10-11
http://www.bbrail.se/index.php?dnode=48

Hedström Ragnar (2001), *Kriterier för byte alternativt fortsatt underhåll av spårväxlar*, Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping
http://vti.se/EPiBrowser/Publikationer/N20-2001.pdf

LKAB, 2007-11-30
http://www.lkab.com/?openform&id=2DCA

**Muntliga källor**

| | |
|---|---|
| Balfour Beatty Rail, Boden: | Peder Larsson, Arbetschef<br>peder.larsson@carillion.se |
| | Lars Emilsson, Spårsvetsare<br>Robert Johansson, Banarbetare<br>Anders Lindkvist, Spårsvetsare<br>Torvald Åberg, Besiktningsman |
| MTAB, Kiruna: | Björn Åström, Chef Terminaler<br>Bjorn.Astrom@lkab.com |
| | Jan Hjort, Tekniker, järnvägsanläggningar<br>Jan.Hjort@lkab.com |

**Övriga**

Eriksson, Ulf (1994), *Signalteknik – spårväxlar och spårspärrar*, Banskolan

**Växel 1, Boden södra (Säkerhetsbesiktning)**

Tabellen visar de säkerhetsbesiktningar som är utförda på växel 1 i Boden södra. Mellan perioden 040802 och 070925 har totalt 20 stycken säkerhetsbesiktningar utförts. Uppmätt mått markerad med grå text är värden som ligger utanför min- och maxområdet.

| **Boden södra, växel 1** | | | | | | | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Säkerhetsbesiktning** | | | | | | | | | | |
| **Datum** | **20040802** | **20041001** | **20041130** | **20050201** | **20050404** | **20050530** | **20050726** | **20050929** | **20051130** | **20060124** |
| Mätkod a | 1436 | 1436 | 1437 | 1436 | 1437 | 1440 | 1436 | 1436 | 1438 | 1438 |
| Mätkod c | 1437 | 1437 | 1437 | 1437 | 1437 | 1436 | 1437 | 1436 | 1439 | 1438 |
| Mätkod c1 | 1439 | 1440 | 1442 | 1437 | 1442 | 1439 | 1440 | 1440 | 1442 | 1442 |
| Mätkod t | 1435 | 1436 | 1436 | 1437 | 1437 | 1437 | 1436 | 1435 | 1438 | 1438 |
| Mätkod t1 | 1439 | 1437 | 1438 | 1437 | 1438 | 1438 | 1437 | 1437 | 1440 | 1442 |
| Mätkod d | 1439 | 1439 | 1440 | 1439 | 1440 | 1440 | 1440 | 1440 | 1443 | 1440 |
| Mätkod d1 | 1438 | 1438 | 1439 | 1440 | 1438 | 1437 | 1437 | 1437 | 1439 | 1440 |
| Mätkod i | 1394 | 1394 | 1394 | 1393 | 1393 | 1392 | 1392 | 1392 | 1393 | 1392 |
| Mätkod h | 40 | 40 | 39 | 40 | 40 | 40 | 39 | 40 | 40 | 39 |
| Mätkod i1 | 1394 | 1393 | 1394 | 1394 | 1393 | 1393 | 1393 | 1392 | 1395 | 1392 |
| Mätkod h1 | 40 | 40 | 42 | 40 | 43 | 43 | 43 | 42 | 42 | 46 |

| **20060321** | **20060523** | **20060816** | **20061024** | **20061208** | **20070209** | **20070322** | **20070528** | **20070813** | **20070925** | **Medel, praktik** | **min** | **medel** | **max** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1438 | 1440 | 1436 | 1437 | 1440 | 1438 | 1438 | 1437 | 1438 | 1437 | 1437,45 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1438 | 1438 | 1437 | 1437 | 1438 | 1438 | 1438 | 1437 | 1438 | 1437 | 1437,35 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1442 | 1442 | 1441 | 1441 | 1441 | 1442 | 1442 | 1441 | 1441 | 1442 | 1440,9 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1437 | 1437 | 1435 | 1436 | 1437 | 1437 | 1437 | 1436 | 1437 | 1437 | 1436,55 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1437 | 1438 | 1438 | 1438 | 1438 | 1439 | 1438 | 1437 | 1438 | 1438 | 1438,1 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1440 | 1441 | 1440 | 1441 | 1441 | 1440 | 1441 | 1440 | 1441 | 1441 | 1440,3 | 1431 | 1435 | 1441 |
| 1438 | 1438 | 1438 | 1438 | 1438 | 1438 | 1438 | 1438 | 1438 | 1438 | 1438,15 | 1431 | 1435 | 1441 |
| 1392 | 1391 | 1392 | 1394 | 1394 | 1392 | 1394 | 1393 | 1392 | 1392 | 1392,75 | 1392 | 1394 | 1398 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 39,85 | 38 | 41 | 44 |
| 1394 | 1392 | 1393 | 1394 | 1392 | 1394 | 1395 | 1394 | 1394 | 1394 | 1393,45 | 1392 | 1394 | 1398 |
| 43 | 43 | 43 | 43 | 40 | 42 | 43 | 44 | 43 | 43 | 42,4 | 38 | 41 | 44 |

**Växel 1, Boden södra (Underhållsbesiktning)**
Tabellen visar de underhållbesiktningar som är utförda på växel 1 i Boden södra mellan 030604 och 040601.

| **Boden södra, växel 1** | | | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Underhållsbesiktning** | | | | | | |
| **Datum** | **20030604** | **20040601** | **Medel, praktik** | **min** | **medel** | **max** |
| Mätkod a | 1437 | 1437 | 1437 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod b | 1440 | 1440 | 1440 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod c | 1437 | 1437 | 1437 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod c1 | 1441 | 1441 | 1441 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod r | 1435 | 1435 | 1435 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod r1 | 1437 | 1436 | 1436,5 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod t | 1436 | 1435 | 1435,5 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod t1 | 1437 | 1437 | 1437 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod u | 1438 | 1437 | 1437,5 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod u1 | 1440 | 1438 | 1439 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod d | 1440 | 1440 | 1440 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod d1 | 1440 | 1437 | 1438,5 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod i | 1394 | 1394 | 1394 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod g | 44 | 45 | 44,5 | 40 | 43 | 46 |
| Mätkod h | 40 | 40 | 40 | 38 | 41 | 44 |
| Mätkod i1 | 1395 | 1394 | 1394,5 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod g1 | 43 | 43 | 43 | 40 | 43 | 46 |
| Mätkod h1 | 42 | 42 | 42 | 38 | 41 | 44 |
| Mätkod e | 1433 | 1434 | 1433,5 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod e1 | 1435 | 1434 | 1434,5 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod x | 69 | 70 | 69,5 | 59 | | 9999 |
| Mätkod y | 1443 | 1442 | 1442,5 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod x1 | 73 | 80 | 76,5 | 59 | | 9999 |
| Mätkod y1 | 1443 | 1443 | 1443 | 1431 | 1435 | 1443 |

## Växel 17, Gammelstad (Säkerhetsbesiktning)

Tabellen visar de säkerhetsbesiktningar som är utförda på växel 17 i Gammelstad. Växeln är inlagd i spåret år 2003 och därför finns endast tre stycken besiktningar utförda. Inga underhållsbesiktningar är utförda på denna växel.

| **Gammelstad, växel 17** | | | | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Säkerhetsbesiktning** | | | | | | | |
| **Datum** | **20050502** | **20060503** | **20070611** | **Medel, praktik** | **min** | **medel** | **max** |
| Mätkod a | 1445 | 1446 | 1447 | 1446,0 | 1430 | 1435 | 1450 |
| Mätkod c | 1435 | 1435 | 1435 | 1435,0 | 1430 | 1435 | 1450 |
| Mätkod c1 | 1449 | 1449 | 1449 | 1449,0 | 1440 | 1445 | 1460 |
| Mätkod t | 1437 | 1438 | 1436 | 1437,0 | 1430 | 1435 | 1450 |
| Mätkod t1 | 1445 | 1447 | 1447 | 1446,3 | 1440 | 1445 | 1460 |
| Mätkod d | 1435 | 1435 | 1435 | 1435,0 | 1430 | 1435 | 1443 |
| Mätkod d1 | 1435 | 1436 | 1435 | 1435,3 | 1430 | 1435 | 1443 |
| Mätkod i | 1392 | 1393 | 1392 | 1392,3 | 1389 | 1394 | 1400 |
| Mätkod h | 41 | 41 | 42 | 41,3 | 37 | 41 | 45 |
| Mätkod i1 | 1394 | 1393 | 1391 | 1392,7 | 1389 | 1394 | 1400 |
| Mätkod h1 | 41 | 42 | 44 | 42,3 | 37 | 41 | 45 |

**Växel 690, Boden bangård (Säkerhetsbesiktning)**

Tabellen visar de säkerhetsbesiktningar som är utförda på växel 690 på Boden bangård. Mellan perioden 040811 och 070925 har totalt 19 stycken säkerhetsbesiktningar utförts. Uppmätt mått markerad med grå text är värden som ligger utanför min- och maxområdet.

| **Boden bangård, växel 690** | | | | | | | | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Säkerhetsbesiktning** | | | | | | | | | | | |
| **Datum** | **20040811** | **20041004** | **20041126** | **20050131** | **20050331** | **20050509** | **20050818** | **20051102** | **20060125** | **20060320** | **20060529** |
| Mätkod a | 1442 | 1442 | 1445 | 1442 | 1443 | 1441 | 1442 | 1442 | 1443 | 1443 | 1444 |
| Mätkod c | 1436 | 1436 | 1436 | 1436 | 1436 | 1436 | 1437 | 1437 | 1437 | 1437 | 1437 |
| Mätkod c1 | 1440 | 1440 | 1440 | 1440 | 1439 | 1439 | 1440 | 1440 | 1441 | 1441 | 1442 |
| Mätkod t | 1436 | 1437 | 1437 | 1436 | 1436 | 1437 | 1437 | 1437 | 1436 | 1437 | 1437 |
| Mätkod t1 | 1438 | 1439 | 1439 | 1439 | 1438 | 1438 | 1438 | 1439 | 1440 | 1440 | 1439 |
| Mätkod d | 1435 | 1436 | 1436 | 1436 | 1436 | 1435 | 1436 | 1436 | 1436 | 1436 | 1436 |
| Mätkod d1 | 1446 | 1446 | 1446 | 1446 | 1446 | 1445 | 1446 | 1446 | 1447 | 1448 | 1447 |
| Mätkod i | 1390 | 1390 | 1391 | 1391 | 1390 | 1393 | 1393 | 1393 | 1394 | 1394 | 1393 |
| Mätkod h | 41 | 42 | 41 | 41 | 41 | 39 | 38 | 38 | 37 | 38 | 38 |
| Mätkod i1 | 1390 | 1390 | 1392 | 1393 | 1392 | 1392 | 1392 | 1394 | 1394 | 1394 | 1392 |
| Mätkod h1 | 45 | 45 | 42 | 42 | 42 | 42 | 43 | 41 | 41 | 40 | 41 |

| **20060810** | **20061025** | **20061212** | **20070208** | **20070321** | **20070531** | **20070813** | **20070925** | **Medel, praktik** | **min** | **medel** | **max** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1442 | 1443 | 1443 | 1443 | 1443 | 1443 | 1443 | 1443 | 1442,7 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1435 | 1437 | 1437 | 1437 | 1436 | 1435 | 1437 | 1438 | 1436,5 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1440 | 1441 | 1441 | 1441 | 1441 | 1440 | 1440 | 1441 | 1440,4 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1435 | 1436 | 1436 | 1436 | 1436 | 1435 | 1437 | 1437 | 1436,4 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1438 | 1439 | 1440 | 1440 | 1439 | 1439 | 1439 | 1439 | 1438,9 | 1431 | 1435 | 1443 |
| 1435 | 1436 | 1435 | 1437 | 1436 | 1435 | 1435 | 1436 | 1435,7 | 1431 | 1435 | 1441 |
| 1446 | 1447 | 1448 | 1447 | 1447 | 1447 | 1447 | 1447 | 1446,6 | 1431 | 1435 | 1441 |
| 1393 | 1394 | 1394 | 1394 | 1394 | 1394 | 1394 | 1394 | 1392,8 | 1392 | 1394 | 1398 |
| 38 | 38 | 38 | 39 | 38 | 39 | 38 | 38 | 38,9 | 38 | 41 | 44 |
| 1392 | 1392 | 1394 | 1392 | 1392 | 1393 | 1394 | 1392 | 1392,4 | 1392 | 1394 | 1398 |
| 42 | 41 | 41 | 43 | 41 | 41 | 42 | 43 | 42,0 | 38 | 41 | 44 |

**Växel 690, Boden bangård (Underhållsbesiktning)**

Tabellen visar de säkerhetsbesiktningar som är utförda på växel 690 på Boden bangård. Mellan perioden 020422 och 040427 har totalt 3 stycken underhållsbesiktningar utförts. Uppmätt mått markerad med grå text är värden som ligger utanför min- och maxområdet.

| **Boden bangård, växel 690** | | | | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Underhållsbesiktning** | | | | | | | |
| **Datum** | **20020422** | **20030429** | **20040427** | **Medel, praktik** | **min** | **medel** | **max** |
| Mätkod a | 1442 | 1442 | 1442 | 1442,0 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod b | 1442 | 1444 | 1442 | 1442,7 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod c | 1435 | 1435 | 1436 | 1435,3 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod c1 | 1438 | 1439 | 1440 | 1439,0 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod r | 1435 | 1436 | 1436 | 1435,7 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod r1 | 1437 | 1438 | 1439 | 1438,0 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod t | 1435 | 1435 | 1436 | 1435,3 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod t1 | 1437 | 1438 | 1439 | 1438,0 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod u | 1435 | 1436 | 1437 | 1436,0 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod u1 | 1437 | 1438 | 1439 | 1438,0 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod d | 1435 | 1435 | 1435 | 1435,0 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod d1 | 1443 | 1444 | 1446 | 1444,3 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod i | 1390 | 1390 | 1390 | 1390,0 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod g | 46 | 45 | 43 | 44,7 | 40 | 43 | 46 |
| Mätkod h | 40 | 40 | 40 | 40,0 | 38 | 41 | 44 |
| Mätkod i1 | 1391 | 1392 | 1390 | 1391,0 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod g1 | 45 | 46 | 45 | 45,3 | 40 | 43 | 46 |
| Mätkod h1 | 42 | 43 | 45 | 43,3 | 38 | 41 | 44 |
| Mätkod e | 1435 | 1435 | 1435 | 1435,0 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod e1 | 1437 | 1437 | 1438 | 1437,3 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod x | 70 | 65 | 70 | 68,3 | 59 | | 9999 |
| Mätkod y | 1438 | 1438 | 1439 | 1438,3 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod x1 | 60 | 70 | 75 | 68,3 | 59 | | 9999 |
| Mätkod y1 | 1435 | 1440 | 1440 | 1438,3 | 1431 | 1435 | 1443 |

**Växel 8, Vitåfors (Säkerhetsbesiktning)**
Tabellen visar de säkerhetsbesiktningar som är utförda på växel 8 i Vitåfors. Endast två säkerhetsbesiktningar har hittats. Uppmätt mått markerad med grå text är värden som ligger utanför min- och maxområdet.

| **Vitåfors växel 8** | | | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Säkerhetsbesiktning** | | | | | | |
| **Datum** | **20070221** | **20030224** | **medel, praktik** | **min** | **medel** | **max** |
| Mätkod a | 1445 | 1440 | 1442,5 | 1437 | 1441 | 1449 |
| Mätkod c | 1435 | 1435 | 1435 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod c1 | 1449 | 1449 | 1449 | 1441 | 1445 | 1453 |
| Mätkod t | 1435 | 1434 | 1434,5 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod t1 | 1450 | 1450 | 1450 | 1441 | 1445 | 1453 |
| Mätkod d | 1436 | 1436 | 1436 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod d1 | 1440 | 1438 | 1439 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod i | 1392 | 1392 | 1392 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod h | 42 | 43 | 42,5 | 38 | 41 | 44 |
| Mätkod i1 | 1390 | 1392 | 1391 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod h1 | 40 | 44 | 42 | 38 | 41 | 44 |

**Växel 8, Vitåfors (Underhållsbesiktning)**
Tabellen visar de underhållsbesiktningar som är utförda på växel 8 i Vitåfors. Endast en underhållsbesiktning med okänt datum har hittats. Uppmätt mått markerad med grå text är värden som ligger utanför min- och maxområdet.

| **Vitåfors växel 8** | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|
| **Underhållsbesiktning** | | | | |
| **Datum** | **okänt** | **min** | **medel** | **max** |
| Mätkod a | 1441 | 1437 | 1441 | 1449 |
| Mätkod b | 1445 | 1441 | 1445 | 1453 |
| Mätkod c | 1434 | 1431 | 1434 | 1443 |
| Mätkod c1 | 1448 | 1441 | 1448 | 1453 |
| Mätkod r | 1434 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod r1 | 1448 | 1441 | 1445 | 1453 |
| Mätkod t | 1434 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod t1 | 1450 | 1441 | 1445 | 1453 |
| Mätkod u | 1434 | 1431 | 1435 | 1443 |
| Mätkod u1 | 1445 | 1441 | 1445 | 1453 |
| Mätkod d | 1435 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod d1 | 1438 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod i | 1392 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod g | 44 | 42 | 45 | 48 |
| Mätkod h | 44 | 38 | 41 | 44 |
| Mätkod i1 | 1392 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod g1 | 43 | 42 | 45 | 48 |
| Mätkod h1 | 44 | 38 | 41 | 44 |
| Mätkod e | 1438 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod e1 | 1435 | 1431 | 1435 | 1441 |
| Mätkod x | | | | |
| Mätkod y | 1434 | | | |
| Mätkod x1 | | | | |
| Mätkod y1 | 1444 | | | |

**Växel N16, Boden (Säkerhetsbesiktning)**
Tabellen visar de säkerhetsbesiktningar som är utförda på växel N16 i Boden. Tre stycken besiktningar är utförda mellan perioden 050531 och 070502. Uppmätt mått markerad med grå text är värden som ligger utanför min- och maxområdet.

| **Växel N16 Boden** | | | | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Säkerhetsbesiktning** | | | | | | | |
| **Datum** | **20050531** | **20060502** | **20070502** | **medel, praktik** | **min** | **medel** | **max** |
| Mätkod a | 1441 | 1437 | 1440 | 1439,3 | 1436 | 1441 | 1456 |
| Mätkod c | 1438 | 1442 | 1433 | 1437,7 | 1430 | 1435 | 1450 |
| Mätkod c1 | 1451 | 1455 | 1445 | 1450,3 | 1445 | 1450 | 1465 |
| Mätkod t | 1436 | 1437 | 1431 | 1434,7 | 1430 | 1435 | 1450 |
| Mätkod t1 | 1448 | 1448 | 1445 | 1447,0 | 1445 | 1450 | 1465 |
| Mätkod d | 1432 | 1430 | 1433 | 1431,7 | 1430 | 1435 | 1443 |
| Mätkod d1 | 1451 | 1450 | 1435 | 1445,3 | 1430 | 1435 | 1443 |
| Mätkod i | 1392 | 1390 | 1388 | 1390,0 | 1389 | 1394 | 1400 |
| Mätkod h | 37 | 38 | 41 | 38,7 | 37 | 41 | 45 |
| Mätkod i1 | 1391 | 1390 | 1390 | 1390,3 | 1389 | 1394 | 1400 |
| Mätkod h1 | 42 | 42 | 41 | 41,7 | 37 | 41 | 45 |

**Växel N16, Boden (Underhållsbesiktning)**
Tabellen visar de underhållsbesiktningar som är utförda på växel N16 i Boden. Fem stycken besiktningar är utförda mellan perioden 000516 och 040511. Uppmätt mått markerad med grå text är värden som ligger utanför min- och maxområdet.

| **Växel N16 Boden** | | | | | | | | | **(Mätpunkter i mm)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Underhållsbesiktning** | | | | | | | | | |
| **Datum** | **20000516** | **20010628** | **20020618** | **20030606** | **20040511** | **medel, praktik** | **min** | **medel** | **max** |
| Mätkod a | 1450 | 1448 | 1450 | 1444 | 1451 | 1448,6 | 1436 | 1441 | 1451 |
| Mätkod b | 1454 | 1456 | 1455 | 1452 | 1455 | 1454,4 | 1440 | 1445 | 1455 |
| Mätkod c | 1441 | 1444 | 1442 | 1445 | 1445 | 1443,4 | 1430 | 1435 | 1445 |
| Mätkod c1 | 1464 | 1463 | 1462 | 1462 | 1461 | 1462,4 | 1445 | 1450 | 1465 |
| Mätkod r | 1435 | 1432 | 1434 | 1435 | 1437 | 1434,6 | 1430 | 1435 | 1445 |
| Mätkod r1 | 1465 | 1465 | 1459 | 1460 | 1458 | 1461,4 | 1445 | 1450 | 1465 |
| Mätkod t | 1436 | 1436 | 1437 | 1438 | 1438 | 1437 | 1430 | 1435 | 1445 |
| Mätkod t1 | 1449 | 1450 | 1448 | 1447 | 1448 | 1448,4 | 1445 | 1450 | 1465 |
| Mätkod u | 1438 | 1438 | 1434 | 1436 | 1435 | 1436,2 | 1430 | 1435 | 1445 |
| Mätkod u1 | 1451 | 1457 | 1456 | 1455 | 1458 | 1455,4 | 1445 | 1450 | 1465 |
| Mätkod d | 1435 | 1433 | 1430 | 1432 | 1432 | 1432,4 | 1430 | 1435 | 1443 |
| Mätkod d1 | 1454 | 1449 | 1450 | 1449 | 1450 | 1450,4 | 1430 | 1435 | 1443 |
| Mätkod i | 1393 | 1393 | 1392 | 1394 | 1395 | 1393,4 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod g | 42 | 40 | 43 | 40 | 40 | 41 | 42 | 45 | 48 |
| Mätkod h | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 37 | 41 | 45 |
| Mätkod i1 | 1396 | 1392 | 1391 | 1393 | 1392 | 1392,8 | 1392 | 1394 | 1398 |
| Mätkod g1 | 43 | 44 | 44 | 43 | 43 | 43,4 | 42 | 45 | 48 |
| Mätkod h1 | 45 | 42 | 42 | 40 | 42 | 42,2 | 37 | 41 | 45 |
| Mätkod e | 1438 | 1440 | 1438 | 1439 | 1438 | 1438,6 | 1430 | 1435 | 1443 |
| Mätkod e1 | 1448 | 1449 | 1446 | 1447 | 1448 | 1447,6 | 1430 | 1435 | 1443 |
| Mätkod x | 75 | 62 | 68 | 75 | 75 | 71 | 55 | | 9999 |
| Mätkod x1 | 85 | 84 | 86 | 80 | 90 | 85 | 55 | | 9999 |

# Undersökning av arbetsmiljön vid växelrevision

**Ålder:** **Kön:** **Antal år i arbetet:**

**Tidigare yrkeserfarenhet:** **Antal yrkessamma år:**

1. Är kraven i arbetet rimliga?
   - Om inte, på vilket sätt?

2. Kan ni som anställd påverka arbetssättet?
   - Om ja, på vilka sätt?

3. Är arbetet tungt eller ensidigt?
   - Kommentar

4. Finns risk för inandning av eller hudkontakt av hälsofarliga ämnen?
   - Om ja, vilka ämnen?

5. Är ljudnivån hög?

6. Vibrerar arbetsredskap eller annat?

7. Har maskinerna det skydd som behövs?

8. Är arbetshöjden dåligt anpassad till arbetsuppgift och kroppsstorlek?

9. Är synförhållandena dåligt anpassade till arbetets synkrav så att det leder till påfrestande arbetsställningar?

10. Utförs långvarigt eller återkommande arbete då ryggen är:
    - Böjd framåt, bakåt eller åt sidan?
    - Vriden?
    - Samtidigt böjd och vriden?

11. Hålls nacke upprepat eller långvarigt:
    - Böjd framåt, bakåt eller åt sidan?
    - Vriden?
    - Samtidigt böjd eller vriden?

12. Förekommer långvarigt eller återkommande arbete med framåt- eller utåtförd icke understödd arm eller arbete ovanför axelhöjd?

13. Förekommer upprepat arbete i underarm och hand med:
    a. Vridrörelser?
    b. Kraftgrepp?
    c. Obekväma handgrepp?
    d. Stora precisionskrav?

14. Utförs tröttande fotarbete:
    a. Upprepade uppstigningar på pall, stege eller dylikt?
    b. Upprepande hopp, långvarigt huksittande eller knästående?
    c. Används det ena benet oftare som stödben?

15. Sker manuella lyft?
    Beakta faktorer som:
    - hur ofta lyften sker
    - bördans vikt
    - hantering utanför underarmsavstånd
    - hantering under knähöjd
    - hantering över axelhöjd
    - bördans greppbarhet
    - krav på precision i lyftet
    - personförflyttningar

16. Sker upprepat, långvarigt eller obekvämt bärande, skjutande eller dragande av bördor?
    a. Om ja, hur?

17. Utförs långvarigt eller återkommande arbete:
    a. med upprepning av samma arbetsrörelser?

    b. Med upprepning av samma arbetsrörelser utanför bekvämt räckavstånd?

18. Saknas tekniska hjälpmedel som kan underlätta arbetet?

19. Känner du av besvär i kroppen av arbetet?

    a. Om ja, beskriv var?